





L'AGRO REPORTER

L'actualité du monde agronomique vue par nos spécialistes LCA

La revue

n°01

Retour sur deux années d'Agroreporter !

www.laboratoirelca.com



Sommaire



Technique de laboratoire



La relation client au LCA



Principes agronomiques et biologie des sols



Amendement organiques et supports de culture



Eaux et déchets



Qualité sanitaire des denrées alimentaires



Technique de laboratoire : la colorimétrie

Publié le 21 avril 2011

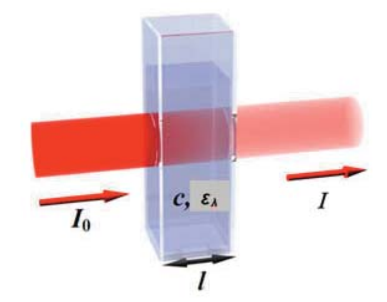
Dosage par colorimétrie »…. Cette méthode de dosage est couramment utilisée pour quantifier par exemple les ions nitrite, nitrate, ammonium, phosphate, chlorure, chromate (dans le cas de l'analyse du carbone des sols). Présentation de ce grand classique des techniques de laboratoire.

Principe

Le dosage colorimétrique repose sur la quantification de produits colorés, issus d'une réaction chimique. Elle n'est possible que lorsque l'intensité de la coloration est proportionnelle à la concentration de l'élément à doser. Les dosages colorimétriques s'appuient sur la loi de Lambert-Beer, exprimée par la relation suivante :

$$A_\lambda = -\log \frac{I}{I_0} = \varepsilon_\lambda \cdot \ell \cdot C.$$

I / I0 est la transmittance de la solution (sans unité).
A est l'absorbance ou densité optique à une longueur d'onde λ (sans unité).
e est l'absorptivité molaire (aussi appelé coefficient d'extinction molaire), exprimée en L·mol-1·cm-1. Elle dépend de la longueur d'onde, la nature chimique de l'entité et la température.
l est la longueur du trajet optique dans la solution traversée, elle correspond à l'épaisseur de la cuve utilisée (en cm).
C est la concentration molaire de la solution (en mol.L-1) et correspond à la valeur à déterminer.
Cette équation est très utile pour la chimie analytique. En effet, si l et e sont connus, la concentration d'une substance peut être déduite de la quantité de lumière transmise par elle..
Les exceptions à cette loi peuvent être liées soit à la nature du système chimique, soit aux performances de l'appareil de mesure. La lumière utilisée doit être monochromatique.



Matériel

D'une façon générale, un colorimètre se compose :
- d'une source de lumière d'intensité variable ;
- d'un dispositif optique pour focalisation et orientation de la lumière ;
- d'un dispositif permettant la séparation et l'isolement des différentes radiations extérieures
- d'un dispositif de mesure de l'énergie lumineuse à l'entrée ;
- d'un dispositif de mesure de l'énergie lumineuse à la sortie de la cuve.

Solution examinée

Les réactions chimiques utilisées en colorimétrie sont souvent délicates ou instables ; des variations de coloration, des troubles, peuvent limiter la précision de la méthode. C'est pourquoi le dosage colorimétrique doit respecter certaines précautions :

- vérifier la stabilité de la substance colorée en fonction de la lumière et de l'oxydation à l'air ;
- maintenir une température constante dans la pièce ;
- lorsque la densité optique évolue en fonction du temps, opérer lorsque la coloration est stabilisée et avant son affaiblissement éventuel ;
- vérifier l'absence de substances donnant des colorations parasites, ou adapter la méthode dans ce cas. Par exemple : adaptation de la longueur d'onde et emploi d' « essais à blanc » ;
- filtrer préalablement les solutions turbides ou contenant de fines particules ;
- éliminer les ions gênants pour qu'ils soient transparents dans la zone de la longueur d'onde. Par exemple : utilisation de l'oxydoréduction, modification du pH, formation de complexes ;
- attention aux réactions incomplètes ou réversibles qui conduisent à sous-estimer la concentration de l'élément.

La colorimétrie en flux continu

Les laboratoires utilisent aujourd'hui des colorimètres en flux continu. La cuve est remplacée par une cuve à circulation. Elle se présente comme un petit tube capillaire positionné devant le capteur optique. Une veine de liquide, segmentée par des bulles d'air et composée des produits et des réactifs, passe dans ce tube. Ce système rend automatiques les opérations manuelles de la colorimétrie classique.
Le principal avantage de la méthode est qu'elle permet des cadences analytiques élevées dues à l'automatisation. A ceci s'ajoute un faible coût du consommable.
En revanche, le flux est un process long à s'équilibrer. Il faut compter en général 30 à 45 minutes avant le début de l'analyse, pour un ion donné. Cette technique est donc réservée à des séries d'échantillons importantes, comportant la même demande analytique.
Enfin on peut noter que la colorimétrie en flux continu est un peu moins sensible que la spectrocolorimétrie, qui a une bande passante plus faible.

Les alternatives au flux continu :

D'autres techniques permettent de doser les mêmes analytiques que le flux continue. On peut notamment citer :

- Le flux séquentiel : a peu près similaire au flux continu. Seul le système d'injection de l'échantillon diffère.

- La chromatographie ionique : le principe de dosage n'est plus colorimétrique mais cette méthode permet elle aussi d'identifier et de quantifier les ions. Plus longue, elle présente l'avantage de doser plusieurs ions dans le même process.

Le saviez-vous ?

LES AGREMENTS

Les agréments de nos laboratoires sont annuels. Ils peuvent être décernés par un Ministère sur la base d'une accréditation : c'est le cas des analyses de terres avec le Ministère de l'Agriculture (MAAPRAT). Mais ils peuvent être décernés suite à une évaluation complémentaire, effectuée lors de l'audit COFRAC par l'un des auditeurs, spécialement mandaté, qui rédigera un rapport spécifique : c'est le cas pour les analyses d'EAUX et de SEDIMENTS. C'est dans ce cadre que notre laboratoire de La Rochelle a obtenu l'agrément du Ministère de l'Environnement (MEDDAAT) le 21/02/2011 .

[redacted]



Comparaison Inter-laboratoire

Publié le 10 février 2011

Il arrive qu'on soit amené à consulter les résultats d'analyses obtenus par deux laboratoires différents pour un même produit. Les écarts parfois observés sont difficiles à interpréter sans information préalable. Dans l'Agro-Reporter de cette semaine, qui vient compléter notre article du 19/11/2010 sur les incertitudes de mesure, nous vous apportons des éléments d'explication et tentons de vous donner une marche à suivre pour pouvoir exploiter ces résultats.
La valeur affichée sur un rapport d'analyse et son incertitude de mesure, sont la conséquence de toutes les étapes que l'échantillon aura suivies depuis le prélèvement sur le terrain jusqu'au dosage dans le laboratoire.
Les facteurs d'influence d'un résultat analytique se concentrent au niveau de trois grandes phases du processus :

L'échantillonnage :

C'est une étape capitale. Les quantités reçues au laboratoire sont souvent très faibles au regard du volume total de produit qu'elles représentent :
une parcelle de plusieurs hectares, un lot de plusieurs centaines de tonnes de compost, un rejet sur 24 heures d'une station d'épuration…
L'échantillon qui arrive au laboratoire doit être représentatif du lot analysé. Il existe différentes stratégies de prélèvement selon la nature de la matrice et sa taille. Elles sont décrites dans des normes [1] ou dans des arrêtés.

Mais les principe généraux sont analogues : plusieurs points de prélèvements puis mélange (suivi éventuellement d'un " quartage ") et homogénéisation pour les matrices solides ou pâteuses (terres, produits organiques, substrats, végétaux), prélèvements asservis au temps ou au débit pour les eaux. Le conditionnement et le transport doivent être appropriés de façon à ne pas altérer l'échantillon.

La préparation :

Cette étape consiste à rendre possible l'analyse de l'élément recherché. Elle doit permettre de rendre des résultats qui sont le reflet le plus fidèle de ce qu'il y a dans l'échantillon reçu au laboratoire. Elle peut être plus ou moins complexe et doit être optimisée au mieux pour réduire les sources d'incertitude d'une mesure.
La préparation peut se réduire à une simple filtration (par exemple : dosage des anions dans une eau par chromatographie ionique) ou exiger une succession de procédures (séchage, broyage, extraction, purification, évaporation, etc…). Chacune de ces étapes va amener une contribution à l'incertitude de mesure et des modes de préparation différents peuvent expliquer des écarts importants entre deux résultats (par exemple : méthodes d'extraction de micropolluants organiques dans des boues comme l'extraction au soxhlet, l'extraction sous pression et haute température, l'extraction aux ultrasons ; etc…). Des normes décrivent la préparation de l'échantillon à effectuer par le laboratoire en fonction des déterminations analytiques demandées.



L'analyse :

Cette étape consiste le plus souvent à quantifier l'analyte (molécule, ion, …) dans la matrice. Elle peut faire appel à des appareils aux performances différentes selon les concentrations recherchées et les matrices étudiées.
L'incertitude de mesure calculée par le laboratoire tient compte des étapes de préparation et d'analyse. Elle dépend du paramètre mesuré, de la nature de la matrice et de la valeur elle-même. Les laboratoires sont tenus de tenir les incertitudes de mesure à disposition de leurs clients.

COMMENT COMPARER DES RESULTATS ENTRE LABORATOIRES ?

La comparaison des résultats de deux laboratoires ne peut se faire que si l'étape d'échantillonnage est identique.

Dans la pratique, il faut envoyer à chaque laboratoire une partie obtenue par « quartage » d'un échantillon déjà homogène. Il faut également que les prestataires comparés appliquent les mêmes méthodes analytiques (préparation, extraction, dosage).
Ensuite les résultats des deux laboratoires ne peuvent être considérés comme différents que si la condition suivante n'est pas satisfaite :

$$\Delta = |m_1 - m_2| \leq \sqrt{(U_1^2 + U_2^2)}$$

avec :
m1 : résultat du laboratoire 1
m2 : résultat du laboratoire 2
U1 : incertitude du laboratoire 1
U2 : incertitude du laboratoire 2

Pour aller plus loin :

Les essais inter-laboratoires sont un indicateur de l'aptitude d'un laboratoire à rendre des résultats comparables à ceux de la profession.

Les résultats de ces essais inter-laboratoires (intercomparaisons) sont ensuite exploités en interne dans le laboratoire pour établir des cartes de contrôles. Ce sont ces cartes qui vous garantissent la justesse de votre prestataire d'analyses, n'hésitez pas à les demander. Quasiment jamais dévoilées par les laboratoires, le LCA vous donne un aperçu de ses cartes.

[1] Exemples de normes relatives à l'échantillonnage :
- ISO 10381 parties -1 (2002), -2 (2002), -4 (2003),-6 (2009) pour les sols,
- NF EN 12579 (2000) pour les amendements organiques et les supports de culture,
- NF EN ISO 5667 partie 12 (1995) et 13 (1998) pour les sédiments et les boues
- NF EN ISO 5667-1 (2007) pour les eaux
- NF EN14899 (2005) pour les déchets ménagers,

[redacted]



AFNOR Mode d'emploi

Publié le 4 novembre 2010



NF EN…, NF X…, NF ISO… sont des sigles qui, complétés d'un numéro, désignent des normes auxquelles nous nous référons quotidiennement. Elles sont la preuve indiscutable par exemple qu'un produit est conforme à des caractéristiques de sécurité et/ou de qualité définies dans un référentiel de certification donné. L'application des normes en vigueur par un fournisseur apporte donc une garantie à l'utilisateur d'un bien.

En France, ces normes sont élaborées au sein de l'AFNOR : Agence Française de NORmalisation. Les domaines de compétences de cette structure, créée en 1926, sont l'édition, la formation, la certification et enfin, la normalisation.

L'AFNOR a pour mission de rassembler les acteurs économiques et sociaux concernés par un sujet donné, afin qu'ils produisent, de façon consensuelle, des documents de références : les normes. Ces dernières fixent des règles, des caractéristiques, des recommandations, des bonnes pratiques allant dans l'intérêt des acteurs concernés. Elles sont applicables à tout produit, service, méthode ou processus

Dans notre domaine d'activité, les normes auxquelles nous sommes fréquemment confrontés portent sur les méthodes d'analyses, ainsi que sur les produits que nous analysons (NF U 44-051…).

En tant qu'acteur incontournable dans le secteur de l'agro-environnement, le Laboratoire LCA participe depuis de nombreuses années à différents groupes de travail de l'AFNOR, et donc au processus de normalisation.

Qu'il s'agisse de microbiologie (Eric ORY), d'amendements organiques (Marie-Laure GUILLOTIN & Marie-Elisabeth DESPONT), de supports de cultures (Marie-Claire PAJOT), ou encore de méthanisation (Marie-Laure GUILLOTIN), l'équipe du LCA est à la pointe des dernières avancées et met à votre disposition tout son savoir faire et son expertise pour vous garantir des prestations de qualité.



Mesurer, c'est comparer…

Publié le 16 juin 2011

« Mesurer, c'est comparer une grandeur physique inconnue à une référence dont la traçabilité est établie dans le Système international d'unités, qui met à profit les effets nouveaux de la physique fondamentale » (Marc HIMBERT, Conservatoire National des Arts et Métiers, chaire de Métrologie).

A quoi sert la métrologie

Le métier d'un laboratoire est avant tout de mesurer. Pour garantir la valeur juste d'un résultat, il faut en premier lieu disposer d'un outil adapté, fiable et contrôlé. A ce titre, les laboratoires effectuent des contrôles de métrologie. Celle-ci est « la science des mesurages [1] et des applications ». Elle comprend tous les aspects théoriques et pratiques des mesurages, quels que soient l'incertitude de mesure et le domaine d'application.

Cette discipline est apparue et s'est développée pour répondre à un besoin d'uniformisation et de diffusion des systèmes de mesure.

En effet, jusqu'à la fin du 18ème siècle, les mesures étaient d'une extrême diversité. Des mesures de même nature et de valeurs voisines avaient des appellations différentes selon les provinces, voire les villes ou les villages d'une même région. A l'inverse, le contenu physique de mesures de même nom différait en général selon les lieux et aussi selon la corporation intéressée ou l'objet mesuré. Ainsi le boisseau, ancienne unité de mesure du volume des grains, valait-il 13 litres à Paris et 78,808 litres à Bordeaux…

Les noms des anciennes mesures étaient, dans toutes leurs variantes, souvent très imagés, et attachés soit aux dimensions de l'homme (pied, pouce,...), soit à ses aptitudes (journal : étendue de terre travaillée en un jour, galopin : quantité (variable !) de vin que l'on peut boire pendant un repas ...) ou à des facteurs naturels (picotin : ration d'un cheval (3,2 litres d'avoine),...). Quoiqu'il en soit, au XVIIIème siècle, la multiplicité des mesures n'ayant entre elles aucun facteur commun était extrêmement génante, notamment dans les activités administratives, commerciales et scientifiques (source :site Industrie Gouv).

Ce sont des scientifiques français, inspirés par la Révolution française et par l'esprit des Lumières, qui ont conçu un système de référence basé sur des objets ayant la même valeur pour tous. Le texte fondateur, toujours à la base de nos systèmes de mesure est la loi du 18 germinal an III (17/04/1795). Il instaure l'usage du mètre, du litre, dont les premiers étalons ont été conçus à cette époque, ainsi que le système décimal encore en usage aujourd'hui.

La métrologie légale

C'est la métrologie pratiquée dans les laboratoires. Elle s'applique aux mesurages, aux unités de mesure, aux instruments de mesure et aux méthodes de mesure.



Elle inclut quatre activités principales :

> l'établissement des exigences légales (par exemple : vérification du volume distribué par les pompes à essence),

> le contrôle / évaluation de la conformité de produits et d'activités réglementés (par exemple : étalonnage des radars de contrôle de vitesse),

> la supervision des produits et des activités réglementés, la mise en place d'infrastructures nécessaires à la traçabilité des mesures réglementaires et des instruments de mesure (par exemple : vérification et étalonnage des balances des commerçants).

Exigée au laboratoire

Au LCA, nous considérons que tout doit être mis en œuvre pour assurer la fiabilité du résultat. L'accréditation de nos laboratoires par le COFRAC valide l'efficacité de nos processus métrologiques. Ceci est d'autant plus important que les valeurs mesurées peuvent conditionner la conformité réglementaire d'un produit.

Dans notre domaine, les risques peuvent être de déclarer conformes des produits dont une ou plusieurs valeurs dépassent les limites autorisées (micro-polluants des boues, agents pathogènes des composts, résidus de pesticides des végétaux destinés à la consommation humaine, ….), ou à l'inverse de déclarer non-conformes des produits qui satisferaient les critères fixés par la réglementation. Pour le laboratoire, les implications se situent à de nombreux postes : contrôle de la température (étuves, salles de dosages, fours, …), vérification des balances, contrôles de volumes (pipettes, …), utilisation de matériaux de référence certifiés [2] pour l'étalonnage [3] des instruments de dosage…

L'objectif final de la métrologie est donc de donner un résultat de mesure :

- Fiable, en tenant compte de l'incertitude découlant de toutes les étapes que subit l'échantillon dans le process analytique,
- Qui corresponde au besoin en matière de maîtrise des risques liés aux erreurs de mesure et à leurs conséquences.

La métrologie au LCA :

Les pesées :

> Matériel concerné : balances analytiques.

> Fréquence de contrôle :

- Quotidien : avant chaque utilisation, avec une « masse de travail »,
- Hebdomadaire : le premier jour de la semaine, avec différents poids étalons[4] (eux-mêmes étalonnés tous les 5 ans), sur toute l'étendue de la balance,
- 2 / an : contrôle par le fournisseur et par l'Assistante Métrologie du laboratoire.

> Vérification de la justesse [5] et de la fidélité [6] par des masses étalonnées certifiées Cofrac.

Les températures :

> Matériel concerné : toutes les enceintes thermostatées du laboratoire (étuves, réfrigérateurs, armoires thermostatées, autoclaves, …).

> Fréquence de contrôle : continue. Enregistrement par des sondes reliées à un logiciel. Les sondes sont vérifiées tous les ans à l'aide d'un thermomètre étalonné Cofrac.

> Etablissement d'une cartographie (1/an/enceinte). On met 9 sondes de température dans l'étuve, par exemple, pour vérifier l'homogénéité de la température dans toute l'enceinte.

Les volumes :

> Matériel concerné : pipettes automatiques, distributeurs automatiques, …

> Fréquence de contrôle : trimestrielle.

> Modalités : différents volumes sont testés.

Les dosages :

> Matériel concerné : tous les appareils de dosage.

> Fréquence de contrôle : adaptée à l'appareil.

> Modalités : étalonnage à partir de solutions de référence certifiées (fournies avec les certificats d'étalonnage).

Les résultats des vérifications métrologiques sont comparés aux écarts maximaux tolérés (EMT).

[1] Mesurage : action de mesurer. Du mesurage découle la mesure (= la grandeur).

[2] Étalonnage : ensemble des opérations établissant, dans des conditions spécifiées, la relation entre les valeurs indiquées par un appareil de mesure et les valeurs connues correspondantes d'une grandeur mesurée.

[3] Matériau de référence : matériau ou substance dont une ou plusieurs valeur(s) de la (des) propriété(s) est (sont) suffisamment homogène(s) et bien définie(s) pour permettre de l'utiliser pour l'étalonnage d'un appareil, l'évaluation d'une méthode de mesurage ou l'attribution de valeurs aux matériaux.

[4]Étalon : matérialisation d'une grandeur donnée dont on connaît la valeur avec une grande exactitude. Un étalon sert à étalonner d'autres étalons ou équipements qui mesurent la même grandeur.

[5]Justesse : écart par rapport à la valeur « vraie ». Les résultats doivent être les plus proches possibles de cette valeur.

[6]Fidélité : un équipement fidèle donne des résultats identiques pour une série de mesures consécutives.



Le dosage MPO : qui fait quoi ?

Publié le 14 octobre 2010

MPO : MicroPolluants Organiques ou CTO : Composés Traces Organiques. Plusieurs réglementations sur les produits organiques (NF U 44-051, NF U 44-095, Arrêté du 08/01/1998…) imposent de respecter des teneurs limites en MPO (Micro-Polluants Organiques). Différentes méthodes sont proposées par les laboratoires pour doser ces composés… et elles ne donnent pas toutes la même fiabilité des résultats !
Petit tour d'horizon de l'existant.

Principe de séparation des molécules

L'identification et la quantification des molécules se fait par un couplage chromatographe (pour la séparation des molécules)/détecteur (pour la quantification). Les systèmes de séparation principalement utilisés sont :

- HPLC (Chromatographie Liquide Haute-Performance)
- GC (Chromatographie Gazeuse)

Au cours de la séparation, les molécules sont entraînées par un gaz ou un liquide, en fonction de la technique employée. Cette « soupe » de molécules en mouvement entre en contact avec une phase stationnaire. En fonction de leurs affinités avec cette phase stationnaire, les molécules y seront retenues plus ou moins longtemps (temps de rétention). Ces techniques sont très performantes. Cependant deux molécules très différentes de celles recherchées peuvent avoir des affinités similaires pour la phase stationnaire. L'étape de détection et d'identification qui va suivre la chromatographie est donc cruciale pour l'obtention d'un résultat fiable.

Identification/Détection/Dosage

Principe :

Différents types de détecteurs sont couplés aux chromatographes. Ils n'ont pas tous le même niveau de performance.

Dosage des PBC

par GC/ECD (Electron Capture Detector)

Ce type de détecteur est peu spécifique. En effet, il est particulièrement sensible vis-à-vis des molécules contenant du chlore, ce qui est le cas des PCB…mais également de nombreuses autres molécules (pesticides, organochlorés par exemple). De plus on ne se base que sur le temps de rétention des molécules pour conclure sur la présence ou l'absence du PCB. Compte tenu du fait qu'une molécule interférente puisse sortir en même temps que le PCB recherché, la quantité de « PCB » dosée peut être surestimée. Les laboratoires limitent ce problème en réalisant l'analyse sur deux colonnes de polarités différentes.

Dosages des HAP

Par HPLC/Fluorescence :

Ici, les molécules sortant de l'HPLC sont excitées par des photons. L'analyse à la longueur d'onde d'émission des photons pour chaque molécule d'intérêt permet d'identifier cette famille de molécules dans le produit analysé. Comme précédemment, on ne se base que sur le temps de rétention des molécules lors de la chromatographie. Le problème de spécificité, et donc de surestimation de la quantité de HAP présente, persiste.
Cette technique est inadaptée pour l'analyse des matrices complexes, telles que les produits organiques et les boues.



Dosage des MPO (PCB/HAP)

Par GC/MS (Mass Spectrometry):

Cette technique d'identification/dosage est actuellement la plus performante et la plus spécifique. Elle permet de traiter les HAP et des PCB selon une méthodologie commune.
En entrée du spectromètre, les MPO ainsi que les molécules interférentes, initialement neutres, sont ionisées. Parmi les ions ainsi générés, seuls ceux chargés positivement sont conservés et certains sont dosés.
La spécificité de cette technique est basée sur le fait que lors de l'ionisation, la molécule donne un spectre d'ions caractéristique parmi lequel on choisi un nombre restreint d'ion pour quantifier les molécules d'intérêt. Par rapport aux autres techniques, celle-ci permet donc de différentier, avec une certaine précision, deux molécules qui auraient les mêmes temps de rétention GC.

Par GC/MS/MS (spectrométrie de masse en tandem) :

L'utilisation de cette méthode de dosage augmente encore la robustesse des résultats obtenus. Le principe est strictement identique à celui de la GC/MS, mais complété d'une seconde étape de fragmentation. Certains ions spécifiques des MPO générés lors de l'ionisation, qualifiés d' « ions parents » sont accélérés. Une collision avec un gaz inerte est provoquée générant ainsi des « ions fils » spécifiques. Ce sont certains ions de ces derniers qui serviront à l'identification et à la quantification des MPO présents

La doublette : ion parent issu de la première ionisation + ions fils issus de la deuxième ionisation permet une grande spécificité dans l'identification des MPO. Cette dernière étant optimisée, le dosage est par conséquent plus fiable et tout risque de surestimation du résultat est fortement limité.

Cette technique garantissant les résultats les plus fiables est celle mise en œuvre au Laboratoire LCA.



Les particules élémentaires

Publié le 13 janvier 2011

La croûte terrestre est composée de 88 éléments naturels. Huit d'entre-eux, les éléments dits majeurs, représentent 99 % du total. Les éléments traces constituent le pourcent restant.

Ces éléments traces d'origine naturelle ou liée aux activités humaines, peuvent être potentiellement toxiques, notamment lorsqu'ils sont accumulés. L'évaluation de leurs niveaux de concentration dans l'environnement est donc nécessaire pour contrôler ou maintenir la qualité des sols, des produits organiques, des eaux et des rejets industriels... En matière d'environnement, différentes réglementations définissent des seuils de concentration garantissant une certaine innocuité des éléments traces métalliques.
Les enjeux environnementaux et économiques liés au dépassement de ces seuils pouvant être considérables, il est important que le contrôle de la conformité soit réalisé selon des méthodes analytiques robustes, sensibles et sélectives. Celles ci sont souvent normalisées.

Les méthodes de spectrométrie par couplage ICP-AES1 et ICP-MS² sont les plus employées dans le domaine de l'environnement, notamment en raison de leur rapidité, de leur sélectivité ainsi que de leur sensibilité.

Ces deux méthodes imposent que l'identification, la détection et le dosage des éléments traces soient réalisés sur une matrice liquide. Les échantillons solides demandent donc une étape préalable de mise en solution des éléments. Elle est réalisée par dissolution à l'aide d'acides (acide fluorhydrique, eau régale…), de mélanges oxydants, ou bien encore par extraction solide-liquide (lixiviation).



Les conditions de préparation de ces échantillons, broyage, mise en solution ont un rôle fondamental sur la pertinence des résultats. Nous y reviendrons dans un prochain Agro Reporter, mais dans ce numéro, parlons méthode de dosage!

Dosage par ICP-AES

Cette technique de détection et de quantification, la plus couramment utilisée par les laboratoires, se base sur l'analyse des spectres d'émission des atomes. En effet, lorsque l'on apporte de l'énergie à un atome son état énergétique est modifié. Dès que l'excitation cesse, l'atome retrouve son état fondamental. Ce retour est caractérisé par la restitution de l'énergie reçue, lors de l'excitation initiale, sous la forme d'un rayonnement électromagnétique spécifique de l'atome considéré.
Lors d'une analyse par ICP-AES, un plasma de gaz rare (ICP), gaz ionisé mais électriquement neutre, est utilisé pour l'excitation des atomes.

Dosage par ICP-MS

Cette technique d'identification et de dosage se base sur la masse des isotopes.
La première étape de l'analyse est identique à la précédente, ionisation des atomes consécutive à la traversée d'un plasma. La séparation des ions est effectuée, le plus fréquemment dans un filtre quadripolaire, en fonction de leurs rapports masse sur charge. Un détecteur traduit le flux d'ions perçu en courant électrique, dont l'intensité est proportionnelle à la quantité d'ions détectée.

Actuellement, Afin de garantir la fiabilité de ses résultats, le Laboratoire LCA dose les métaux en ICP-AES, à l'exception du mercure, du sélénium et de l'arsenic, peu sensibles en ICP-AES qui sont dosés par fluorescence atomique dont la sensibilité est 10 à 100 fois supérieures.

Pour cette nouvelle année 2011, Le LCA a investit dans la toute dernière génération de ICP-MS. l'ensemble de ces dosages sera réalisé par ICP-MS sur toutes les matrices : eaux, sols, produits organiques ?

Les avantages de l'ICP-MS par rapport à l'ICP-AES sont :

- de meilleures sensibilités (meilleures LQ : Limites de Quantification)
- rapidité d'analyse accrue
- pas de possibilité d'interférences spectrales (du à la technique)

En contrepartie, il peut il y avoir une apparition d'interférences isobariques

1 : Inductively Coupled Plasma - Atomic Emission Spectrometry
2 : Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry



Dans RECLAMATION il y a RELATION

Publié le 24 mars 2011

Toute relation commerciale entre deux partenaires peut engendrer des litiges de diverses natures. Au LCA nous employons le terme de " réclamations clients ". Pour un laboratoire d'analyses, les réclamations concernent le plus souvent les résultats analytiques, la retranscription de la référence de l'échantillon ou les montants facturés. Au LCA, toutes les réclamations sont enregistrées. Sur 106 000 échantillons analysés en 2010 au laboratoire, 198 ont fait l'objet d'une réclamation client de nature analytique, n'ayant donné lieu à la ré-édition d'un rapport d'analyse que dans 0,1 % des cas. Dans cette même année, 551 réclamations d'autre nature ont été ouvertes. Ces chiffres traduisent notre souci d'enregistrer et de répondre à toutes les remarques de nos clients. Appliquant le Principe d'Amélioration Continue du système de management de la qualité, le LCA a mis en place cette gestion des réclamations depuis plusieurs années. Son fonctionnement a été récemment informatisé, permettant de faciliter la centralisation de vos demandes et d'en optimiser le traitement.

Cahier des charges

Toute personne du LCA en contact avec les clients est susceptible de recueillir des remarques concernant un dossier. Le nouveau système de gestion des réclamations est donc conçu pour être un outil de communication. Il est accessible aux secrétaires techniques et commerciales, aux commerciaux, au service de réception des échantillons, aux agronomes et aux responsables techniques de nos laboratoires. Toute nouvelle réclamation, même ouverte à distance par les commerciaux, est immédiatement transmise au service concerné dans chaque site du LCA. Les réclamations ouvertes et leur statut (en cours de traitement, clôturé …) sont visibles par toutes les personnes ayant accès au système. Toutes les actions mises en œuvre dans le traitement de la réclamation sont enregistrées et consultables en interne. Cette souplesse nous permet de gagner en réactivité et nous rapproche de la préoccupation du client.

Réponse au client

Lorsque la réclamation est clôturée, c'est-à-dire lorsque le dernier intervenant du laboratoire a apporté une action finale au dossier



(édition d'avoir, réédition de facture, résultat de la contre-analyse…), les nouvelles pièces sont envoyées au client. Si le laboratoire a renouvelé l'analyse de l'échantillon, le résultat de ce contrôle est transmis par courrier, et expliqué dans une lettre indiquant aussi la référence de la réclamation

Pour le laboratoire

La gestion est simplifiée pour le laboratoire. D'un point de vue environnemental, c'est aussi moins de papier. Enfin, la centralisation de l'information facilite l'identification de pistes d'amélioration de nos performances, en terme analytique bien sûr, mais aussi de service. Tout cela répond parfaitement aux prescriptions de la norme NF EN ISO 17025[i], qui encadre la délivrance de l'accréditation par le Comité Français d'Accréditation (Cofrac). Elle exige du laboratoire d' « avoir une politique et une procédure pour traiter les réclamations provenant des clients ou d'autres parties. Il doit conserver des enregistrements de toutes les réclamations ainsi que des examens et actions correctives qu'il a prises ».

Grâce à cet outil, le LCA est en mesure de vous garantir une réponse rapide et de qualité. Ce fonctionnement doit permettre d'identifier les pistes d'amélioration de toute nature (nouveaux services à développer etc…) et de répondre à notre souci de satisfaire nos clients.

[i]NF EN ISO/CEI 17025 (2005) : Exigences générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais.



Le crédit impot recherche

Publié le 3 février 2011

LCA est officiellement agréé depuis le 11 janvier 2011 par le Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche pour faire bénéficier à ses clients du Crédit Impôt Recherche (CIR) sur leurs projets de recherche et développement. Cet agrément est accordé pour les années 2010 et 2011 et 2012.

Qu'est-ce que cela vous apporte ?

Vous faites de la recherche et développement au sein de votre entreprise !
Vous savez donc que vos dépenses relatives à des opérations de R&D confiées à des prestataires extérieurs sont éligibles au CIR sous réserve qu'ils soient agréés (art 244 quater B II d, d bis et d ter du code général des impôts).
Ainsi, en confiant désormais les analyses prévues dans vos opérations de R&D à LCA, nous vous permettons de faire figurer la totalité du montant de ces dépenses dans le calcul de votre assiette du CIR (montant hors taxes).

Le CIR est calculé sur la base de toutes les dépenses de recherche & développement effectuées par votre entreprise : elles concernent essentiellement des dépenses relatives aux moyens humains et matériels affectés à la R&D, à la recherche sous-traitée, ainsi qu'à la veille technologique, à la prise et à la défense de brevets.



Le CIR est octroyé sous forme d'une réduction d'impôt sur les sociétés ou de crédit d'impôt. A compter de janvier 2008, le Crédit d'Impôt Recherche (CIR) est égal à 30 % des dépenses éligibles à ce dispositif pour la tranche inférieure à 100 millions d'euros et 5% des dépenses de la tranche supérieure.

La liste des sociétés agréées sera mise à jour prochainement par le Ministère de l'enseignement supérieur sur le site Internet : www.enseignementsup-recherche.gouv.fr

In the Box

Publié le 29 septembre 2011



Le prélèvement, le conditionnement et l'envoi de vos échantillons sont des phases clefs pour avoir des résultats de qualité. La nature de vos produits et les déterminations souhaitées déterminent le type d'emballage à demander au laboratoire ainsi que le mode de transport à privilégier. De plus en plus complexe et technique, la prise de commande et l'envoi des fournitures sont aujourd'hui organisés comme un service à part entière. Plus de 50 000 flacons sont envoyés chaque année et ce nombre est en constante augmentation ! Focus sur l'un des points forts de ce Service : la gestion de commandes planifiées...

Anticipation = simplification

Nous avons constaté que la demande de fournitures pour obtenir le flaconnage adapté se faisait souvent au moment où le besoin se présentait... Ce caractère d'urgence est amplifié par le délai incompressible nécessaire à l'acheminement des emballages à l'adresse du destinataire. A une époque où « tout doit aller vite », nous sommes tous à la recherche des moyens d'optimiser notre temps.

Le LCA a donc conçu depuis plus d'un an un logiciel de gestion de fournitures planifiées à l'attention de ses clients. Le principe est assez simple : soit à partir des statistiques de vos envois d'échantillons de l'année passée, soit selon un planning théorique, nous établissons ensemble une livraison automatique de fournitures, cadencée par mois ou sur une autre période. Notre équipe logistique vous garantit une livraison fractionnée et automatique de vos fournitures, entre le 1er et 5 de chaque mois, adaptée au type d'échantillon que vous nous confiez. Inutile donc de vous préoccuper de vos stocks, le LCA le prend en charge pour votre compte. Cette livraison automatique connait un très fort succès et il nous a semblé important de faire connaître à chacun ce service (gratuit !) qu'offre le LCA.

Flexibilité

Pour autant, cette rotation n'est que théorique et vous pouvez à tout moment moduler les quantités que nous devrions vous livrer. Nous sommes aussi toujours à votre écoute pour répondre à toutes demandes ponctuelles. Dans ce cas le circuit reste inchangé.

Plus d'infos sur la logistique LCA :
contactez Guillaume HALLEY au service Logistique fournitures@laboratoirelca.com ou au 05 46 43 45 74.



Ad Libidum* **Conformément à la volonté de la personne, en latin moderne*

Publié le 9 février 2012



Une prise de sang sans ordonnance d'analyses médicales n'a pas de sens, n'est-ce pas ? L'ordonnance n'est pas une simple feuille de papier, c'est le trait d'union entre votre demande et le laboratoire…. Dans nos métiers, qu'il s'agisse du « bordereau de demande d'analyse » ou de la « fiche de renseignements » (le vocabulaire varie selon les laboratoires), qu'ils soient « papiers » ou « électroniques », ces documents font figure de prescription. Ils sont l'objet d'une attention particulière à la réception des échantillons, à l'occasion d'une « revue des demandes » quotidienne.

Quis, quid, quomodo (1) …

Tout d'abord, la fiche de renseignements permet le rattachement du produit reçu (l'échantillon physique) à un client et son identification. L'objectif est aussi de vérifier que le laboratoire a les compétence sur le type de produit à analyser, et éventuellement de réorienter l'échantillon vers un autre laboratoire. Comme un ophtalmologiste renverrait un patient vers un cardiologue pour un électrocardiogramme…

Ces informations sont primordiales, elles vont permettre par la suite d'orienter l'échantillon dans le circuit analytique adapté (identifié par une numérotation spécifique) et d'éditer les résultats sur le rapport d'analyse correspondant.

Bien connaître le produit pour bien l'analyser et l'interpréter

La fiche de renseignements peut sembler fastidieuse à remplir : type de produit (nature et référence), cahier des charges, etc…

Ces informations vont pourtant servir dans différentes étapes :

> **Référence de l'échantillon** : elle est mentionnée sur le rapport d'analyse et vous permet d'identifier l'échantillon, surtout dans le cas d'envois groupés de résultats.

> **Nature de l'échantillon :** elle permet d'identifier si les déterminations seront réalisables sous accréditation par le laboratoire.

> **Cahier des charges :** celui-ci nous permet de faire apparaître sur les rapports, les valeurs des seuils de conformité qui vous concernent, en regard des résultats d'analyses. Exemples de cahiers des charges pour les produits organiques : arrêté du 8 Janvier 1998, norme NF U44-095, norme NF U44-051 (en précisant les dénominations de type).

> **Adéquation** des déterminations ou d'une batterie de déterminations en fonction de la matrice. Chaque détermination se fait selon une norme analytique, qui peut varier selon la nature de l'échantillon. Par exemple, pour le pH (potentiel hydrogène) :

o boues et sédiments : NFU 12176
o terres : NF ISO 10390
o supports de culture : NF EN 13037

Il est important de bien spécifier la ou les analyses à réaliser ou simplement de faire référence à un devis réalisé, préalablement, en accord avec un chargé d'affaire.

Ce document tient lieu de contrat. Il peut comporter éventuellement des options (analyse en urgence, interprétation), ou toute.

IZILAB, l'easy lab

IZILAB est une application WEB mise gratuitement à disposition des clients du LCA pour dématérialiser leurs commandes d'analyses. Elle se positionne comme un outil complémentaire des nombreux logiciels du LCA, qui offrent un accès aux résultats à tout moment, autorisent le téléchargement des rapports « pdf » via l'espace client, toutes ces informations étant également accessibles par IPHONE (par notre application IZIPHONE). L'interface IZILAB permet au client de suivre l'avancement de ses échantillons, de recevoir en retour des résultats au format « pdf », EDILABO (Sandre), de conserver l'historique de ses commandes... Cette interface permet également une économie de temps et de papier mais surtout de fiabiliser les échanges entre le laboratoire et ses clients.

Les fonctionnalités principales sont :

- génération des commandes au format EDILABO sur les matrices eaux, boues, terres et composts
- édition des fiches de renseignements à joindre aux échantillons
- paramétrage et personnalisation de l'espace client (agences, services, stations, points de prélèvement, affaires,…)
- suivi des commandes (projets de commandes, commandes en cours, commandes soldées, …)
- historique des résultats et téléchargements aux formats pdf, SANDRE, xml, …

Analyse sous conditions

La préparation des échantillons pour analyse peut démarrer à réception du colis. La faisabilité de l'analyse aura été vérifiée au préalable, et le demandeur averti en cas de problème (flacon cassé, produit refusé…). Comme celui qui ne se présenterait pas à jeun pour une mesure de la glycémie ! De même, la « revue des demandes » permet d'identifier les échantillons pour lesquels les résultats devront être accompagnés d'une phrase de réserve, car certaines déterminations peuvent évoluer dans le temps ou nécessitent un conditionnement spécifique.

Par exemple, pour les analyses « microbiologiques », une condition de réserve sur le résultat d'analyse est appliquée :

- si la date de prélèvement est supérieure à 48h à réception au laboratoire ,
- et/ou si l'échantillon n'a pas été envoyé en flacon aseptique,
- et/ou si l'échantillon n'a pas été envoyé en glacière réfrigérée.

Les envois pour les analyses de microbiologie sont donc à éviter les jeudis et vendredis.

Précautions d'usage

La demande client ne peut pas être dissociée de l'échantillon. Celui-ci doit être clairement référencé de la même manière que sur la fiche, pour que lors de la réception du colis le laboratoire puisse l'identifier sans souci. Il est important de veiller à envoyer l'échantillon en quantité suffisante. Cela permettra de réaliser l'ensemble de la demande et, à tout moment du processus, de conserver la possibilité de revenir sur l'échantillon d'origine. C'est une obligation du laboratoire de conserver une partie de l'échantillon en cas de contrôle interne ou de réclamation client, traçabilité oblige.

A savoir : les quantités d'échantillon sont imposées par les protocoles d'analyse. Certaines déterminations sont plus gourmandes que d'autres. Par exemple : pour les inertes, il faut au minimum 2 kg sur le brut (soit 4 litres environ pour des composts).

Les quantités d'échantillons à fournir sont indiquées au verso des Fiches de Renseignements et dans le Guide du prélèvement du laboratoire.

Condition sine qua non de votre satisfaction

La satisfaction du client est l'une des principales préoccupations du laboratoire. Un manque de précision sur les données, la demande d'analyse, ou une quantité insuffisante pour l'analyse vont forcément entraîner un retard dans le traitement de l'échantillon.

Le délai d'analyse ne pourra être garanti que si la demande est complète :

→ fiche de renseignements/bon de commande/devis rempli avec précision et signé,

ET

→ accompagné de l'échantillon référencé représentatif du lot en quantité suffisante pour analyse.

C'est le binôme gagnant pour que le laboratoire puisse réaliser les analyses dans les meilleures conditions.



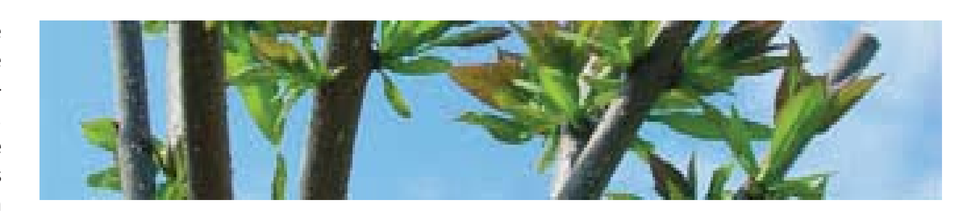
FERTIPLANTE : un nouvel outil d'interprétation du végétal

Publié le 25 novembre 2010

Le raisonnement d'une analyse de sol se base sur une interprétation en terme de potentiel. Ce potentiel s'exprime ou pas en fonction de multiples facteurs (climatiques, édaphiques...). L'analyse de végétal, par contre, donne la réalité de l'état de la plante à un moment donné. Ces informations sont indispensables pour avoir un raisonnement complet de la nutrition.

Le laboratoire LCA vient de finaliser un nouveau logiciel expert d'interprétation et de présentation des résultats. Dans le lien à suivre, il vous en présente le raisonnement.

Opérationnel pour la campagne des analyses hivernales de bois (rameaux, sarments), cet outil sera également utilisé pour les analyses foliaires (pétioles, limbes) et les analyses de fruits.



FERTIPLANTE s'inscrit dans la recherche constante du laboratoire LCA pour que les analyses agronomiques soient de réels outils de prises de décision.

Cependant, qu'elle que soit la qualité de l'analyse et de son interprétation, la réalité du terrain et la qualité des échanges avec son utilisateur ou prescripteur restent primordiaux.
L'évolution des outils de LCA se fait donc parallèlement au maintien d'une équipe d'agronomes au sein du laboratoire et à l'affirmation de la nécessité d'accompagner les analyses sur le terrain.

QU'IL EST BIO MON INDICE D'ACTIVITE BIOLOGIQUE !

Publié le 27 octobre 2010



Le sol est un milieu vivant. Une bonne activité biologique du sol est un préalable à une bonne fertilité générale. Sans cette vie, l'évolution des éléments minéraux dans le sol et leur mise à disposition à la plante ne sont pas possible. Plusieurs déterminations ou indices apportent des éclairages sur cette vie du sol.

L'indice d'activité biologique rend compte des conditions de vie des micro-organismes du sol et de l'importance potentielle des minéralisations.
La mesure de la matière organique est quantitative. Encore faut-il que cette matière organique soit active ! L'indice va apporter cet éclairage. Il est aussi à rapprocher de la notion de biomasse microbienne active.

Il existe différents moyens d'évaluer cet indice :
- **dosage direct** de l'activité biologique par détermination du CO_2 dégagé ou de l'O_2 absorbé
- **dosage d'activités** enzymatiques spécifiques.
- **modélisation** par la prise en compte des paramètres déterminants du sol.

C'est cette dernière option qui a été choisie par le LCA sur ses rapports d'analyses de terre pour évaluer l'indice d'activité biologique d'un sol.

L'interprétation de l'indice va permettre, par exemple, de moduler les grilles régionales de minéralisation de l'azote pour un plan de fumure plus précis et plus sûr.
Il va donner aussi de précieuses indications sur le bilan soufre du sol, fortement tributaire des conditions de minéralisation.
A un moment où l'agriculteur, avec ses contraintes économiques, cherche à pérenniser son potentiel de rendement sans appauvrir ses sols, la prise en compte de leur activité va prendre une importance considérable.

Le laboratoire LCA propose également, pour approfondir la connaissance de vos terres, des mesures de biomasse microbienne et d'indice d'activité hydrolytique, à travers son laboratoire partenaire Célesta Lab dont le LCA est actionnaire.



La Biomasse Microbienne

Publié le 29 juin 2011



Au cours des dernières décennies, le développement important de la fertilisation minérale a souvent conduit à considérer la terre comme un simple support de culture. Dans ce mode de fonctionnement, l'objectif est de nourrir la plante le plus directement possible. La terre est alors un support dont on analyse uniquement la structure et le contenu en éléments nutritifs. Dans cette approche la vie microbienne du sol est négligée, et par manque d'outil disponible, l'activité du sol est appréciée uniquement au travers du rapport C/N. Pourtant la fertilité du sol ne se limite pas uniquement aux composantes physiques et chimiques. L'importance des propriétés biologiques est largement reconnue par les agronomes et les agriculteurs. Ce sont les interactions entre ces différentes propriétés qui donnent au sol sa capacité à nourrir la plante sur le long terme. Le sol est une structure vivante et dynamique. En « nourrissant » la terre, notamment avec les apports organiques, l'agriculteur favorise la vie des microorganismes, essentiellement les bactéries et les champignons microscopiques. En retour, ces derniers permettent la transformation, le stockage et la libération des éléments nécessaires à la plante. Depuis Pasteur, la « Microbiologie du Sol », une science relativement jeune, a fait d'énormes progrès dans l'étude de ce monde invisible. Il en ressort une certitude : sans ces microorganismes, les écosystèmes ne pourraient fonctionner et l'homme n'existerait pas.

Biomasse microbienne

A ce jour, de nombreuses méthodes existent pour quantifier et qualifier la microflore du sol, mesurer ses activités, mais pour la plupart, restent du domaine de la Recherche et rares sont celles qui peuvent être utilisées en routine par des laboratoires de diagnostic des sols. Récemment, cependant, une méthode de mesure de la biomasse microbienne (ensemble des microorganismes du sol : bactéries, champignons, actinomycètes etc…) d'un sol a été inventée par des chercheurs anglais, puis perfectionnée et simplifiée par d'autres chercheurs[i]. Cette méthode fait l'objet actuellement d'une norme expérimentale ISO (FD ISO 14240-2, Décembre 1997). En France, cette approche a été développée et vulgarisée par M. Rémi Chaussod (INRA Dijon).

Elle consiste à fumiger un échantillon avec du chloroforme (ce qui a pour effet de tuer les microorganismes vivants du sol), puis à extraire immédiatement et doser le carbone des corps microbiens. Éventuellement l'azote, le phosphore ou encore le soufre peuvent aussi être dosés. ***> Plus d'informations sur la méthode de mesure de la biomasse microbienne sur WikiLCA.***

La biomasse microbienne est donc une mesure globale, représentant une quantité de carbone « vivant » dans le sol.

D'un point de vue agronomique, la biomasse microbienne est présentée comme l'un des indicateurs biologiques les plus fiables et les plus sensibles par de nombreux chercheurs nationaux et internationaux. Présentant un taux de renouvellement de 6 à 18 mois, elle répond rapidement, de manière très sensible, à de nombreux facteurs agro-pédologiques.

La mesure de la biomasse (BM) peut servir à calculer d'autres indicateurs comme le rendement microbien, défini comme le rapport BM / Corganique et exprimé en %. C'est le pourcentage de biomasse microbienne par rapport à la quantité globale de carbone du sol. Plus cette valeur est forte et plus l'environnement physico-chimique et la qualité de la matière organique sont favorables à la production de biomasse microbienne. En ce sens on peut parler d'indicateur d'efficacité de la matière organique à produire de la biomasse microbienne.

Pour que les Microbes soient au rendez-vous…

Les prélèvements de sols pour analyse de la biomasse microbienne, et plus généralement pour les mesures d'activités microbiennes sont essentiellement faits dans l'horizon superficiel des sols, correspondant à l'horizon travaillé ou modifié par les racines (0-15 cm à 0-30 cm). Les périodes les plus favorables sont l'automne et le printemps, ainsi que l'hiver pour le sud de la France. La sécheresse ou la présence de culture limitent l'intérêt des prélèvements estivaux. Les prélèvements sont faits par carottage et échantillonnage d'une placette considérée comme homogène par rapport aux caractéristiques de sol, de culture, et du comportement des plantes. Une fois prélevé, l'échantillon ne doit pas être exposé à des températures extrêmes (congélation ou chaleur), et doit être expédié rapidement au laboratoire par transport express (24 h à 48 h). En cas d'impossibilité d'expédition, les échantillons peuvent être conservés au froid (4°C) et en aérobiose plusieurs jours.

Quelques applications agronomiques

La mesure de la biomasse microbienne a été utilisée avec succès dans la mise en évidence de l'impact de différents facteurs culturaux ou pédologiques sur la biologie du sol.

> Biomasse microbienne et pH des sols : effets positifs du chaulage. L'apport de calcium à des sols non saturés comme l'effet neutralisant des amendements calciques améliorent bien souvent la richesse microbienne du sol, tous les autres paramètres étant égaux par ailleurs ;

> Biomasse microbienne et gestion des produits organiques : comme tous les êtres vivants hétérotrophes, la BM a besoin de carbone et d'énergie pour survivre et se développer. Toutes les matières organiques ne sont pas aussi efficaces pour produire de la BM. Les matières organiques les plus riches en matières facilement biodégradables, sucres solubles, acides aminés, protéines, hémicellulose, cellulose seront naturellement plus efficaces que les produits plus stables, ligneux ou compostés ;

> Biomasse microbienne et texture des sols : les textures grossières sont moins aptes à héberger et à protéger la BM que les textures fines qui offrent par leur agrégation naturelle une meilleure protection.

> Biomasse microbienne et état structural d'un sol (tassement, compaction) : des travaux en viticulture menés par l'ITV de Nîmes Rodilhan (aujourd'hui IFVV), ont montré que la BM était limitée par le tassement d'un sol, estimé in situ par mesure de la densité apparente. On peut supposer qu'en limitant la porosité, le nombre de sites pouvant héberger la vie microbienne est diminué. Parallèlement les périodes hydromorphiques de surface sont plus fréquentes, limitant également le développement microbien.

> Biomasse microbienne et fumures organiques vs minérales : les fumures organiques, en apportant simultanément, le carbone, l'énergie et éventuellement l'azote, stimulent fortement le développement microbien. Les fumures minérales auront peu d'impact direct sur la BM. Seul l'apport d'azote minéral, lorsqu'il est limitant, en particulier s'il y a un excès de carbone assimilable au sol (restitution des pailles par exemple), aura un effet bénéfique sur le développement de la BM.

> Biomasse microbienne et traitement des cultures : si, qualitativement, il a été montré que les produits phytosanitaires affectent la biodiversité et le fonctionnement de certaines populations microbiennes en fonction du produit et de la dose utilisée, quantitativement, la biomasse microbienne est généralement peu sensible aux traitements phytosanitaires appliqués à des doses homologuées. En revanche, les effets dépressifs du cuivre sur la microflore du sol, en particulier dans les systèmes viticoles ou arboricoles, ont été largement étudiés en France.



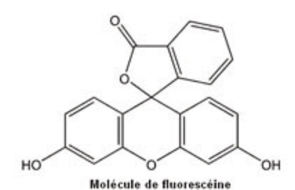
Quand la Biomasse s'éveillera…

Publié le 7 juillet 2011

La mesure de la biomasse microbienne constitue une première étape dans la connaissance de l'activité biologique des sols. Cependant elle n'est pas exhaustive. Quantifiant de façon globale le carbone « vivant » du sol, d'origine microbienne, cette mesure devrait être systématiquement associée à des mesures qualitatives de la biomasse. En effet à quantité égale de microbes, i.e. à biomasse microbienne constante, ceux-ci peuvent être plus ou moins actifs. Les deux composantes, quantitatives et qualitatives , sont donc capitales pour bien apprécier l'activité biologique d'un sol. Intéressons-nous à l'un des moyens à notre disposition pour évaluer l'efficacité du travail des microbes : la mesure des activités FDA hydrolases.

La preuve par l'image

Il existe sans doute au niveau du sol des milliers d'activités microbiennes sensu stricto. Les mesures d'activités enzymatiques constituent une approche intéressante : elles sont directement reliées au métabolisme de la microflore et faciles à mettre en œuvre au laboratoire. Les enzymes sont des macromolécules, essentiellement des protéines, synthétisées par les êtres vivants et qui catalysent des réactions chimiques. Parmi ces réactions, on peut citer le réarrangement d'une molécule, l'ajout ou la soustraction de composants. Les Fluorescéine Di-Acétate (FDA) hydrolases, utilisées pour la mesure de l'activité microbienne, présentent cette dernière propriété. La FDA est utilisée comme un colorant vital des champignons, bactéries et protistes depuis de nombreuses années (Guilbault et al, 1964). Le produit est transporté à l'intérieur des cellules vivantes où il subit une hydrolyse par un très large spectre d'enzymes (acétylestérases, estérases, lipases, protéases). La réaction conduit à l'apparition de fluorescéine. Compte tenu de sa polarité, la fluorescéine est stockée dans la cellule microbienne. Elle n'est libérée dans l'environnement qu'une fois la capacité de stockage de la cellule dépassée. La fluorescéine tient son nom de ses propriétés fluorescentes ! Elle peut être repérée dans les cellules à l'aide d'un microscope fluorescent et même quantifiée par spectrophotométrie à 490 nm (Schnurer et Rosswall, 1982). Visible dès de faibles concentrations, la fluorescéine connaît d'ailleurs d'autres usages dans le domaine environnemental et médical.

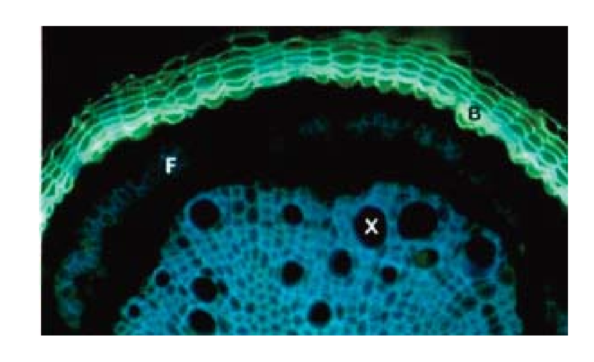


Molécule de fluorescéine

Observer, comprendre et mesurer

La microflore du sol est essentiellement hétérotrophe. Elle tire son énergie et sa nourriture des substances organiques qui l'entourent. Ce sont ces FDA hydrolases, dont elle est naturellement pourvue, qui lui permettent de se nourrir et de se développer au quotidien en coupant des liaisons Carbone - Carbone. La quantité d'enzymes actives à un instant donné dans la totalité de la microflore du sol est globalement proportionnelle à l'activité biologique, c'est-à-dire à la minéralisation de la matière organique du sol.

En ce sens, la mesure des FDA hydrolases peut remplir l'objectif d'avoir un indicateur rapide et simple de l'activité totale de la microflore hétérotrophe dans un sol.



Au laboratoire

La méthode de mesure mise en place par Celesta-lab s'appuie sur les travaux de Schnurer et Rosswall (1982). Elle s'applique à des échantillons de terre fraîche tamisés à 5 mm. L'équivalent de 3 g de terre sèche est placé en contact avec une solution tamponnée à pH 7,6. L'ensemble est mis en incubation à 28°C. La réaction est arrêtée au bout d'une heure par l'ajout d'acétone. La quantité de fluorescéine libérée, qui traduit l'activité de la microflore, est estimée par une mesure colorimétrique à 490 nm. Le résultat est exprimé en u nité optique : Activité FDA hydrolase = A490 / h

Applications agronomiques

L'interprétation est basée sur un principe simple : plus la quantité de fluorescéine libérée par unité de temps est élevée, plus l'activité microbienne est élevée.

La gamme de valeur de l'activité FDA hydrolase s'étend de moins de 0,050 A490/h à plus de 0,600 A490/h. Les variations de l'activité FDA ont pu être reliées, dans diverses expérimentations, à des variations de la consommation d'oxygène (Schnurer et Rosswall, 1982), à des modifications qualitative ou quantitative de la microflore, à des modifications du taux de matière organique des sols, à des modifications de l'assolement ou des techniques du travail du sol etc… (Schnurer et al, 1985 ; Burket et al, 1998 ; Haynes et Williams, 1999). Les activités FDA hydrolases répondent très sensiblement aux modifications de fertilisation. Les variations des activités FDA reflètent également bien les variations qualitatives (activités micro biennes, type de microflore) et quantitatives de la microflore (biomasse microbienne) du sol.

La mesure de l'activité FDA hydrolase est intéressante à différents titres : simple et rapide, elle donne une image objective de l'activité de la biomasse microbienne à un instant donné. Elle fournit une information complémentaire à la mesure de biomasse microbienne, approche uniquement quantitative. Biomasse microbienne et activité FDA hydrolase : ces premiers outils nous permettent d'initier une approche de la composante biologique du sol, élément indispensable et incontournable dans l'élaboration d'une agriculture durable et responsable.

LCA vous parle de Celesta-lab

Déjà plus de 10 ans... C'est en 2000 que le laboratoire LCA commence à explorer l'univers de la biologie des sols. A la recherche de fortes compétences sur ce sujet, nous rencontrons Xavier Salducci, chercheur et expert dans ce domaine. Le LCA participe alors comme actionnaire par augmentation de la moitié du capital de Alma Terra, qui deviendra par la suite Celesta-lab. Cet apport financier ainsi que le réseau commercial du LCA permettront le fort développement de Celesta-lab, entretenu par l'intérêt grandissant porté à la biologie des sols et à l'utilisation agricole de produits organiques



L’agronome et le phosphore

Publié le 28 avril 2011

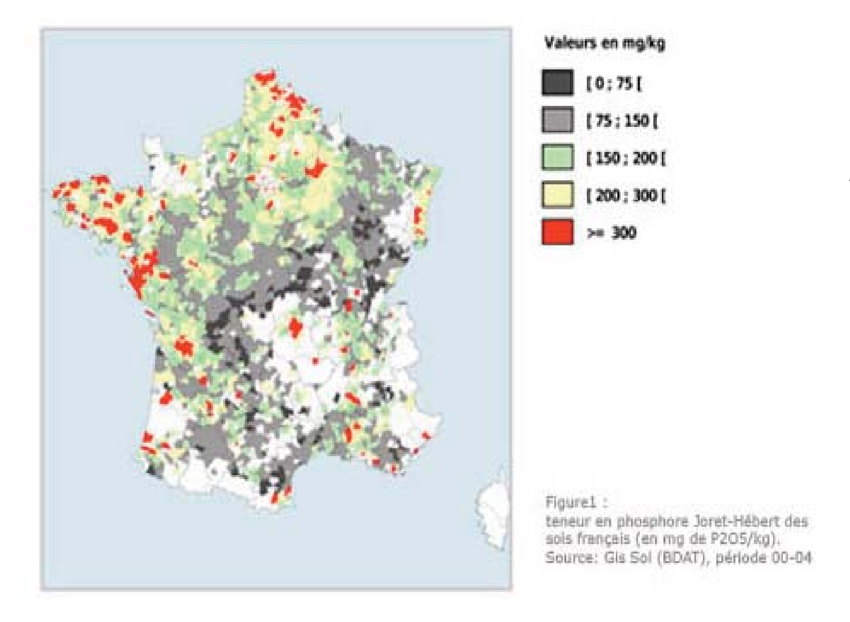


Figure1 :
teneur en phosphore Joret-Hébert des sols français (en mg de P2O5/kg).
Source: Gis Sol (BDAT), période 00-04

Les impasses en phosphore ne sont plus rares aujourd’hui en grande culture. Elles ne sont pourtant pas toujours sans conséquence. Des baisses de rendement, bien que non systématiques, peuvent être observées après plusieurs années d’impasse. Pourtant cet élément est l’un des constituants majeurs de la croûte terrestre. Les quantités totales de phosphore des sols français sont de l’ordre de 10 000 kg/ha, soit en moyenne 200 fois supérieures aux besoins des plantes cultivées. Malgré tout, plus de la moitié des sols cultivés en France ont des réserves limitées en phosphore dit assimilable (Figure 1). Pourquoi ce stock de phosphore n’est-il pas plus utilisable par les végétaux ? Partant du constat que dressait Ph. Duchaufour en 1997 que «le problème de la nutrition en phosphore est bien souvent lié à celui de la mobilisation des réserves », comment mesurer la capacité d’un sol à subvenir aux besoins des cultures ? D’ailleurs, disposons-nous d’outils de mesure efficaces ?

Une dynamique complexe

Le phosphore est indispensable à la vie végétale, surtout en début de végétation et dans les organes jeunes. Elément constitutif des tissus, il joue aussi un rôle important dans la synthèse et le métabolisme des glucides et se concentre dans les organes reproducteurs.

Il semble que la plante absorbe surtout le phosphore sous la forme monovalente de l’ion phosphate H2PO4-, qui diminue lorsque le pH augmente ; ceci explique les difficultés de nutrition en phosphore rencontrées en sol basique.

Une dynamique complexe

Le phosphore est indispensable à la vie végétale, surtout en début de végétation et dans les organes jeunes. Elément constitutif des tissus, il joue aussi un rôle important dans la synthèse et le métabolisme des glucides et se concentre dans les organes reproducteurs. Il semble que la plante absorbe surtout le phosphore sous la forme monovalente de l’ion phosphate H2PO4-, qui diminue lorsque le pH augmente ; ceci explique les difficultés de nutrition en phosphore rencontrées en sol basique.

Dans le sol, le phosphore a pour seule origine l’apatite, roche dans laquelle il se trouve associé au calcium. Au cours du processus d’altération et de formation des sols, les ions phosphate des apatites sont libérés par dissolution et peuvent être :

- absorbés par les plantes ou des microorganismes et intégrés aux matrices organiques. A la mort de ces organismes, le phosphore est reminéralisé et se trouve de nouveau sous des formes assimilables
- incorporés au complexe argilo-humique, sous une forme plus ou moins assimilable
- rétrogradés en une nouvelle forme cristallisée et insoluble, dans les sols très acides (phosphate d’aluminium ou de fer) ou au contraire en milieu calcaire (phosphates tricalciques associés au calcaire actif). Le pH optimum de mobilisation des réserves en phosphore se situerait entre 5,5 et 6.

La plante s’alimente à partir des ions phosphate dissous dans la phase liquide interstitielle du sol, ou solution du sol. En raison des phénomènes d’absorption par les organismes vivants, de fixation sur le complexe argilo-humique et de rétrogradation, associés à une faible mobilité des ions phosphate, le phosphore se trouve en quantité relativement faible dans la solution du sol. Mais cette dernière est alimentée en permanence par la part fixée par le sol à travers une cinétique complexe. Finalement, alors que la solution du sol ne contient que 0,1 à 0,4% du phosphore total du sol, elle fournit plus de 80% du prélèvement de cet élément par les végétaux, grâce à la diffusion des ions phosphate présents sur la phase solide du sol (Fardeau et Conesa, 1994).

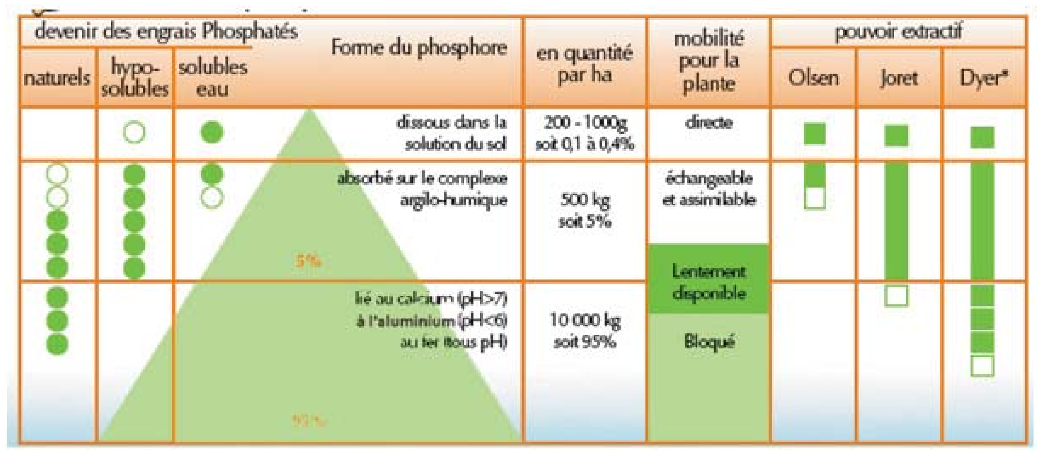


Figure 2 : les différentes formes du phosphore dans le sol (Source : GEMAS)

Méthodes d’analyses, au secours !

L’agronome ne s’intéresse pas au phosphore total du sol (qui se trouve à 95% sous des formes totalement inassimilables par les végétaux), mais essaye d’approcher le phosphore disponible en utilisant des méthodes censées reproduire ce que la racine est capable de faire (et qui vont différer selon les techniques d’extraction).



Différents réactifs d'extraction ont été proposés depuis la fin du 19è siècle. Ces différentes méthodes, encore utilisées aujourd'hui, tentent de répondre aux besoins d'estimation du phosphore assimilable sur différents types de sols et pour différentes espèces végétales, essences forestières comprises (Tableau 1).

Tableau 1 : présentation de quelques méthodes d'analyse du phosphore assimilable (Baize, 2000)

Le laboratoire LCA propose cinq méthodes de dosage :

Phosphore Joret-Hébert : pour tout type de sol, et utilisée par défaut, lorsque aucune méthode de dosage n'est spécifiée. Très utilisée en France, la plupart des références régionales utilisent cette méthode.

Méthode	Date	Réactif d'extraction	Validité
Dyer	1894	Acide citrique 2% à pH = 2	Satisfaisante en sols acides ou neutres
Truog	1930	Acide sulfurique + sulfate d'ammonium à pH = 3	Satisfaisante en sols argileux et calcaires ou issus de roches cristallines
Olsen	1954	Bicarbonate de sodium à pH = 8,5	Bonne pour une large gamme de sols
Bray 1	1954	Fluorure d'ammonium + acide chlorhydrique	Très bonne pour sols acides
Joret-Hébert	1955	Oxalate d'ammonium en milieu neutre	Satisfaisante pour sols calcaires
Duchaufour et Bonneau	1959	Acide sulfurique (2 fois) puis soude	Sols forestiers

> Phosphore Dyer : uniquement pour les sols acides. Cette méthode de dosage est utilisée pour les sols de Vendée, de Bretagne, de Corse…

> **Phosphore Olsen** : méthode la plus utilisée dans le monde, de plus en plus pratiquée en France ; elle essaye d'approcher la part la plus soluble du phosphore et apparaît la mieux adaptée aux sols alcalins. Bien adaptée aussi aux sables humifères des Landes.

> **Phosphore total** (extrait aux acides forts) : pour les sols truffiers et historiquement pour les sols viticoles.

> **Phosphore de la solution du sol** : de nombreux travaux (par exemple à l'INRA de Bordeaux) essayent de mieux appréhender le phosphore soluble ; pour l'instant, il s'agit d'un extrait à l'eau.

Selon le réactif d'extraction, les quantités de phosphore extraites varient.

Voici comment se classent les teneurs en phosphore mesurées dans les sols avec ces différentes méthodes :

P soluble dans l'eau <<< P Olsen << P Joret-Hébert < P Dyer <<< P total.

Il existe plusieurs autres méthodes, moins diffusées ou encore à l'étude.

En fait, cette multiplication des techniques met bien en évidence la difficulté de compréhension des mécanismes d'assimilation du phosphore par la plante. Contrairement au potassium ou à l'azote dont le passage dans la racine est relativement passif, les prélèvements de phosphore nécessitent une participation racinaire active et liée à la vie du sol (mycorhizes…). La porosité du sol et sa qualité biologique, l'état du système racinaire, sont autant d'éléments dont il faut tenir compte (avec le pH du sol) pour interpréter les capacités de mobilisation du phosphore d'une parcelle.

Comment interpréter les résultats ?

Etant donnée la dynamique du phosphore, l'interprétation des résultats d'analyses n'est pas toujours évidente, mais elle est possible… à condition de disposer d'informations complètes sur l'historique de la parcelle ! Le raisonnement de la fertilisation phosphatée au Laboratoire LCA utilise le logiciel REGIFERT, développé par l'INRA, de type Comifer. Il prend en compte le niveau d'exigence en phosphore de la culture. En effet une teneur en phosphore assimilable dans le sol de 200 mg de P2O5 Joret-Hébert /kg peut être satisfaisante pour un blé tendre, mais nécessitera un complément pour un colza.

L'interprétation du résultat d'analyse donne également une place importante au sol, en intégrant l'appréciation du pouvoir fixateur du sol vis à vis du phosphore, la capacité d'exploration du sol par les racines et le passé récent de fertilisation (impasse ou non). Ce raisonnement intègre également le devenir des résidus de cultures ainsi que le prélèvement maximal de la plante pour pouvoir réaliser son cycle complet de développement sans perte de rendement. Certains facteurs, tels la mycorhization des racines, sont cependant ignorés, alors qu'ils peuvent fortement contribuer à l'assimilation du phosphore, en augmentant considérablement le volume de sol exploré et en optimisant l'absorption d'éléments nutritifs. Selon les spécialistes, près de 95% des végétaux bénéficient de cette association avec un champignon, dont les plantes cultivées (vigne, grandes cultures, arboriculture). Le colza et la betterave font partie des rares espèces non mycorhizées.

Compléter efficacement l'offre en phosphore du sol

Les engrais ont pour fonction principale d'apporter aux plantes des éléments directement utiles à leur nutrition, quand le sol n'est pas capable de les fournir au bon moment. En ce qui concerne le phosphore, on utilise différentes solutions d'extraction pour apprécier sa solubilité dans les engrais : eau, citrate d'ammonium neutre ou alcalin, acide formique. La solubilité dans les réactifs d'extraction est utile pour adapter le type d'engrais aux caractéristiques du sol et aux modalités d'apport :

Sols acides et très acides : engrais peu solubles (type phosphates naturels) ; un complément sous forme très soluble peut cependant être effectué au printemps pour soutenir la végétation

Sols basiques : engrais très solubles (type superphosphates triples, MAP, DAP…) ; attention par contre à la forte salinité de ces produits et à leur agressivité sur la flore végétale et animale du sol.

Autres sols : la plupart des engrais présents sur le marché sont utilisables, sauf les moins solubles.

L'utilisation de produits résiduaires organiques (boues de stations d'épuration, composts, effluents d'élevage, …) est également une source phosphatée qu'il ne faut pas négliger. Le dosage du phosphore total apporté par ces matières constitue une première information utile mais l'analyse chimique simple ne suffit pas à évaluer la disponibilité du phosphore avec précision. D'autres approches complémentaires, comme les tests spécifiques de biodisponibilité par exemple, peuvent alors être mises en œuvre en laboratoire.

Exit l'effet « vieille graisse »

Cet effet, selon lequel les apports anciens d'engrais sont mieux utilisés par la culture que les apports récents, n'est observé que de façon exceptionnelle. On conseille aujourd'hui, étant donnée la difficulté à mobiliser les réserves de phosphore du sol, d'apporter le phosphore au plus près des besoins et au plus près des racines. Corollairement on considère qu'il n'est plus nécessaire d'entretenir des teneurs élevées en phosphore dans les sols, inutiles et préjudiciables en terme environnemental (eutrophisation…).

Quant aux apports par voie foliaire, leur efficacité nutritionnelle est très discutée, en grande culture comme en viticulture, arboriculture ou maraîchage. Ils doivent être considérés davantage comme des apports de correction, c'est-à-dire comme un complément des apports au sol dans des conditions particulièrement défavorables (enracinement, concurrence … pouvant entraîner une déficience de l'absorption racinaire). Par contre ces apports foliaires pourraient présenter une action mécanique, sur pommes notamment.



Un K particulier

Publié le 12 mai 2011

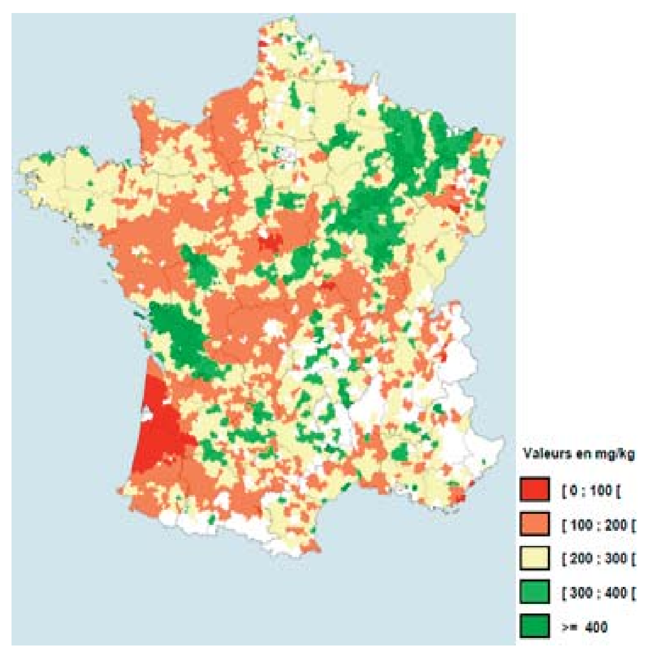


Figure 1 : Teneur en potassium échangeable (mg/kg) de l'horizon de surface des sols agricoles Source : Gis Sol (BDAT), période début 2000 à fin 2004

Bien qu'il ne tienne pas souvent le devant de la scène, le potassium est un acteur de premier plan. Seul élément majeur n'intervenant pas dans les fonctions structurales ou plastiques du végétal, il est par contre indispensable au fonctionnement même de la plante :

- maintien des équilibres électriques et de l'hydratation cellulaire : alimentation en eau, migration des glucides issus de la photosynthèse, régulation de l'azote…
- activation de la plupart des cycles enzymatiques : activation des réactions chimiques

Cet élément indispensable à la croissance et au développement des plantes, permet donc à la fois des synthèses dans les cellules, des transports entre cellules végétales, la régulation de l'eau dans la plante, la résistance au stress…

Le potassium dans le sol

<u>Dans le sol, le potassium se trouve sous quatre principaux états :</u>

- Le potassium non échangeable : lié aux minéraux silicatés (de type mica et feldspath), aux argiles proches des micas (argiles de type illite), c'est la forme majoritaire. Cette forme constitue une réserve utilisable à long terme ;
le potassium est libéré progressivement par l'altération des minéraux, sous l'effet de l'activité biologique des sols (« attaque » des racines, de leurs sécrétions, de leurs mycorhizes, action du climat…). Directement liées à la nature minéralogique des sols, les teneurs en potassium non échangeable sont forcément très variables dans les sols français. Par voie de conséquence, les teneurs en potassium échangeables suivent aussi ces variations (Figure 1).

- Le potassium à l'intérieur des réseaux cristallins : les argiles dont les feuillets ont la capacité de s'écarter et de se rétracter dans certaines conditions (hydratation, apport de chaux…), permettent aux cations K+ situés à leur surface de se fixer à l'intérieur des feuillets, sous une forme non échangeable. Ce phénomène, appelé « rétrogradation » est observé pour les micas, illites, vermiculites, smectites, et est réversible. Ces argiles présentent un fort pouvoir fixateur vis-à-vis du potassium, mais elles peuvent aussi en restituer sous une forme échangeable.

- Le potassium adsorbé : c'est la forme facilement utilisable, à l'état d'ions K+ dans la solution du sol ou adsorbés sur le complexe argilo-humique. L'équilibre entre le potassium de la solution du sol et celui qui est adsorbé sur le complexe d'échange cationique constitue le potassium échangeable ou assimilable.

- Le potassium renfermé dans les matières organiques : les plantes, après avoir prélevé et absorbé le potassium pour leur maturation, excrètent ensuite celui-ci, contenu dans leurs sucs, par leurs racines et par leurs feuilles. Après leur mort, la décomposition des résidus végétaux libère encore des cations K+ : c'est la minéralisation primaire.

Bien que présent dans le sol sous plusieurs formes, le potassium n'est assimilé par les végétaux que sous la forme ionique K+. La proportion de K+ échangeable est finalement infime (1 à 2 % du potassium total), tant dans la solution du sol que sur le complexe argilo-humique, par rapport aux autres formes naturellement présentes dans le sol : plus de 99 % de cette forme K+ est adsorbée sur le complexe, et une quantité minime se trouve en solution.

Des échanges entre la phase solide et la phase liquide (solution) du sol ont lieu en permanence, permettant le prélèvement de cet élément par les racines. On estime que seulement 10 à 20% de la nutrition des cultures est assurée à partir du K+ échangeable (en solution et adsorbé). Le reste des besoins de la plante en potassium est donc assuré par les autres sources disponibles (libération par les matières organiques, par l'écartement des feuillets d'argile, par l'altération des minéraux silicatés potassiques).

L'analyse de terre et son interprétation

Tout comme pour le phosphore, la fertilisation potassique ne se raisonne pas à partir de la teneur totale en potassium du sol, mais par une approche d'élément disponible : ainsi, le potassium est dosé au laboratoire, après une extraction par une solution d'acétate d'ammonium, par spectrométrie (norme NF X31-108). Cet extractif est censé reproduire le fonctionnement des racines et représenter la part de potassium extractible par les plantes.

Le principe de raisonnement de la fertilisation potassique est le même que celui de la fertilisation phosphatée. Au LCA, partant d'une approche de type Comifer, quatre critères principaux sont pris en compte pour le calcul d'une dose d'apport, ou proposer un conseil d'impasse le cas échéant :

- L'exigence des cultures (définissant des seuils d'impasse) : les espèces cultivées ont des sensibilités différentes à la carence en potassium : par exemple, la betterave et la pomme de terre sont beaucoup plus exigeantes en potassium que le blé ou l'orge. Ainsi, une teneur de potassium échangeable dans un sol de 150 mg/kg peut être satisfaisante pour un blé tendre, mais nécessitera un complément pour un colza

- La teneur du sol en potassium échangeable (mesurée par l'analyse de terre)

- Le passé récent de fertilisation (impasses ou non pendant les 3 dernières années)

- La gestion des résidus de culture du précédent (enfouis ou exportés)

Là encore, une place importante est donnée au sol, en intégrant l'appréciation du pouvoir fixateur du sol vis à vis du potassium, la capacité d'exploration du sol par les racines et le passé récent de fertilisation.

Le potassium est un élément mobile, donc susceptible de migrer dans les horizons plus profonds, ainsi que d'être entraîné en dehors de la parcelle (pertes par lessivages importantes en sol sableux). Cet aspect, lié à la texture du sol, est aussi pris en considération dans l'interprétation de l'analyse.



Compléter efficacement l'offre en potassium du sol

Le choix de la dose et du fractionnement de la fertilisation potassique doit tenir compte de quelques données agronomiques de base et du climat :

- la texture du sol : sur un sol filtrant, par exemple, les risques de lessivage seront beaucoup plus importants et obligeront souvent à fractionner les apports de potassium pour limiter les pertes et optimiser les apports.

- la richesse cationique du sol : les risques de moindre efficacité du potassium apporté seront beaucoup plus élevés en sol saturés en calcium ou magnésium.

- le niveau de fumure azoté : l'azote et le potassium ayant un rôle inverse dans le végétal, le rapport N/K2O de la fertilisation (à moduler selon les stades physiologiques) est à la base de la construction d'un plan de fertilisation, surtout en maraîchage et arboriculture.

- la pluviométrie (ou la présence d'un système d'irrigation) : les prélèvements nutritionnels et le transport des minéraux se faisant dans un milieu aqueux, tous les éléments seront pénalisés par un manque d'eau. Le potassium, dont l'assimilation est dite passive (c'est à dire très liée au niveau et à la régularité du flux hydrique dans le végétal) est particulièrement pénalisé en sol sec. A l'inverse, dans les situations de pluviométrie élevée, cet élément mobile peut se trouver entraîné en profondeur limitant l'efficacité de l'apport.

Même si le potassium est indispensable au végétal, une surfertilisation peut être néfaste pour la culture, par phénomènes d'antagonisme, selon divers mécanismes :

- antagonisme par concurrence ionique : une augmentation de la concentration de la solution du sol en potassium induit une augmentation d'absorption de potassium par la racine au détriment du magnésium et du calcium. De même, un excès de disponibilité en potassium accentue les phénomènes chlorotiques en sols sensibles en limitant la disponibilité du fer et manganèse.

- appauvrissement du complexe par déplacement d'ions : les ions K+ en excès prennent la place des ions Ca2+ et Mg2+ sur le complexe argilo-humique. Ces derniers sont alors exposés au lessivage : c'est l'action décalcifiante et antimagnésienne des engrais potassiques ;

Il faut de plus noter le phénomène d'absorption sélective des ions par les racines : les végétaux semblent « préférer » les ions K+ aux ions Ca2+.

Bien choisir son engrais potassique

Les engrais ont pour fonction principale d'apporter aux plantes des éléments directement disponibles pour leur nutrition, quand le sol est déficient.

Pour pouvoir être mis sur le marché, ils doivent répondre à une norme française (par exemple NF U 42-001 pour les engrais minéraux simples et composés, engrais organiques simples et composés, engrais organo-minéraux composés) ou être conformes au règlement européen (CE) n° 2003/2003, et contenir plus de 3 % d'un élément majeur (N, P2O5 ou K2O).



Un certain nombre d'informations doit être précisé sur l'étiquette du produit, comme la teneur en masse des différents éléments fertilisants présents, les formes présentes et la solubilité associée.

Les engrais potassiques sont de plusieurs natures (sels de potasse seuls ou en mélange / association engrais P naturels + solution K / Patenkali…) et on utilisera l'engrais adapté aux besoins : engrais binaires P-K, engrais ternaire N-P-K … Parmi les engrais composés, il existe une multitude de dosages possibles, selon les marques, et leur choix dépendra des usages prévus.

Les engrais potassiques ont tous la même efficacité du point de vue du potassium : le choix s'effectuera plutôt selon la nature de l'anion associé (sulfate ou chlorure par exemple) : pour les productions sensibles au chlore (petits fruits rouges, fraisiers, haricots, melons...), la mention "pauvre en chlore" (moins de 2% de chlore Cl) garantit l'absence de chlorure de potassium.

En complément, la marque SK indique que le potassium est exclusivement sous la forme de sulfate de potassium dans l'engrais composé et apporte du soufre directement assimilable.

Le chlorure de potasse présente, par ailleurs, un indice de salinité 2 à 3 fois plus élevé que le nitrate ou le sulfate de potasse ; il sera donc à éviter dans la majorité des sols à risque de salinité ou pour les cultures sensibles.

L'utilisation de produits organiques (boues de stations d'épuration, composts, effluents d'élevage, …) est également une source importante de potassium à ne pas négliger. Contrairement à l'azote ou au phosphore dosés dans ces produits organiques, la disponibilité en K2O est supposée totale, le potassium ne passant pas par la phase organique du sol.

Certains produits résiduaires, comme les cendres, peuvent être particulièrement riches en potasse. Elles lui ont même donné leur nom : en allemand Pottasche vient de Pott (Pot) et de Asche (Cendre)…



CHRONIQUE CALCIQUE

Publié le 30 mars 2011

Le calcium occupe une place très particulière dans « l'imaginaire » agronomique. Son rôle fondamental dans le modèle classique du fonctionnement du sol (pH, complexe argilo-humique, structure, vie microbienne…) fait souvent oublier que le calcium est également un élément indispensable à la vie des végétaux cultivés. Avoir un pH « correct » dans un sol ne signifie pas forcément que la disponibilité du calcium y soit suffisante pour la nutrition.

Le calcium participe à trois fonctions fondamentales :

- **structurale :** il participe à la croissance et à la résistance physique des organes en intervenant dans la composition et la capacité d'élongation des parois cellulaires,
- **électro-chimique** : complexation de certains déchets cellulaires, régulation de la perméabilité des cellules,

catalytique : lien avec les hormones auxiniques, composition d'enzymes …

Il est curieux de constater que beaucoup de tableaux de fertilisation oublient les besoins annuels en calcium alors qu'ils sont souvent équivalents, voire supérieurs, à ceux de l'azote. Dans la composition globale d'un végétal, le calcium est plus présent que le potassium. Il ne s'agit surtout pas de l'inclure systématiquement dans la fertilisation annuelle, mais il est nécessaire de se demander si le calcium est suffisamment disponible dans le sol.

L'analyse de sol va donner une première réponse (niveau en CaO échangeable, pourcentage de calcium fixé sur la CEC, équilibre du calcium vis à vis du potassium, magnésium et sodium, état organique…). L'interprétation va aussi tenir compte de la texture du sol en termes de porosité. En effet, tout manque d'oxygène (compactage, tassements, saturation en eau…) va limiter l'assimilabilité du calcium. Il peut arriver ainsi, dans certains cas, d'être obligé d'apporter du calcium sous forme très soluble en sol basique, voire chlorosant (avec, dans ce cas, certaines précautions) ; c'est une pratique assez courante en pomiculture par exemple.

Plus la croissance du végétal est forte ou plus le végétal est vigoureux, et plus les besoins en calcium sont élevés. On observe ainsi souvent, sur céréales, une crise calcique.
Ce stress est provoqué par des conditions climatiques très poussantes ou un excès de disponibilité en azote ; cela conduit à une « sur-assimilation » azotée, alors que les prélèvements du calcium sont plus difficiles et contrôlés.

Le rapport N / Ca est à la base de la nutrition végétale.
Par ailleurs, tout excès de potassium, magnésium ou sodium (par présence au sol ou apport) va pénaliser l'assimilation du calcium. Ainsi, en sol à faible disponibilité calcique, des excès de fertilisation en K2O ou MgO vont être facilement pénalisants, surtout si les épandages sont positionnés trop proches des périodes de forts prélèvements en calcium.
En dehors des désordres bien identifiés (bitter-pit sur pommes, coulures accentuées en vigne, cœur brun de la pomme de terre, pourriture apicale de la tomate…), le manque de calcium peut, plus insidieusement, être un facteur limitant de la croissance.



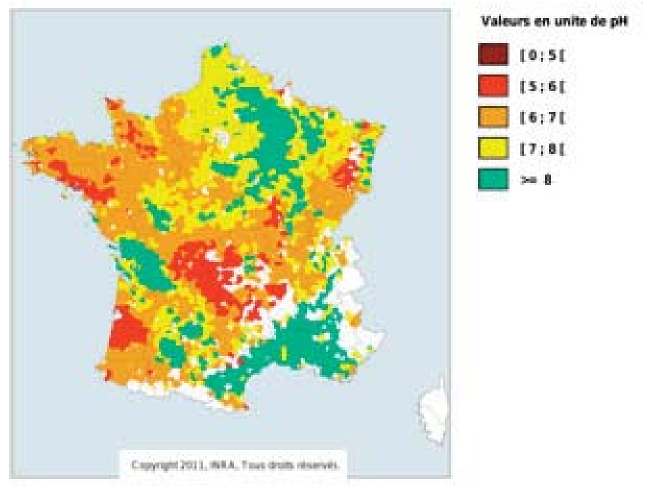
Des indicateurs tels que le pH et/ou le ratio Ca/CEC nous permettent de vérifier que nous avons des conditions agronomiques correctes, mais l'idéal pour le sol ne correspond pas toujours aux conditions idéales de fonctionnement du végétal. Si le sol n'est pas à même d'assurer la nutrition en calcium du végétal, ou s'il n'y a pas d'entretien calcique régulier, des amendements calciques sont à apporter au sol. Les produits à utiliser vont se caractériser par leur solubilité élevée : sulfates de calcium (plâtre ou gypse), carbonates de calcium à forte solubilité carbonique, lithothamne.

Faut-il effectuer un entretien calcique de mon sol ou réfléchir plutôt à la nutrition en calcium? Le manque de calcium dans mon végétal est-il lié au sol ou à d'autres facteurs ? L'équipe d'agronomes de LCA est à votre disposition pour vous aider à répondre à ces questions.



CHRONIQUE BASIQUE

Publié le 17 mars 2011



Source : Gis Sol (BDAT), période 2000-2004

L'état d'acidité des sols : variabilité horizontale et verticale

Les sols sont issus de phénomènes complexes, leurs caractéristiques physiques et chimiques dépendant de l'origine du sous-sol et des antécédents climatiques. L'acidité d'un sol est fortement influencée par la nature de la roche mère ; les granits bretons sont par exemple responsables de la formation de terrains acides, alors que le calcaire et la craie de la Champagne donnent des sols basiques (cf. carte de France des pH). Le climat et les pratiques culturales vont également avoir une action sur le statut acido-basique d'un sol, une parcelle cultivée ayant une tendance naturelle à l'acidification.

Le pH eau (1) d'un sol peut être le principal facteur limitant dans un système de culture : risque de toxicité aluminique et/ou manganique, vie biologique ralentie, problèmes de structure dans les terres limoneuses, blocage des oligo-éléments, … L'utilisation d'amendements minéraux basiques (chaulage) permet d'intervenir sur le pH eau pour le maintenir dans une fourchette comprise entre 5,6 et 6,5. Les préconisations d'apport de ces produits dépendent des systèmes de culture et du statut acido-basique du sol (besoin en bases).

Calcul du besoin en bases

Le besoin en bases dépend de plusieurs facteurs, et nécessite une analyse de terre récente :

· le pH eau et le taux de saturation S/CEC (2) permettent de choisir la stratégie à adopter (redressement ou entretien) en fonction de l'optimum agronomique visé ;

· le calcul du redressement se fait en prenant en compte le pouvoir tampon du sol, estimé par la mesure de la Capacité d'Echange Cationique (CEC), afin de ramener le sol à la valeur de S/CEC à l'optimum agronomique ;

- la stratégie et les formules de calcul dépendent d'un certain nombre de scénarios (cas général, prairies, systèmes betteraviers et endiviers, …) mis au point par le groupe « Chaulage » du Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée (COMIFER) (3)

· Les apports de redressement peuvent être fractionnés, mais il faut veiller à apporter malgré tout une quantité significative d'amendement basique, surtout si le pH eau est inférieur à 5,5 : à dose trop faible, l'action de l'amendement ne sera pas suffisant, en particulier si le pouvoir tampon du sol est élevé.

Amendement minéral basique

Les amendements minéraux basiques doivent répondre à la norme NF U44-001 pour pouvoir être mis sur le marché. Il existe 6 classes, en fonction de l'origine et de la composition de l'amendement. Tous les produits ne rentrant pas dans le cadre de cette norme doivent avoir une homologation spécifique demandée par le fabricant. On peut également citer des produits répondant à d'autres normalisations ou réglementations, comme les boues chaulées, les composts ou fumiers de champignonnière, ...
Il existe un certain nombre d'éléments de marquage obligatoire, selon la classe du produit. En voici quelques-uns :

· teneurs en CaO et MgO
· valeur neutralisante
· solubilité carbonique
· humidité
· finesse de mouture

Choix de l'amendement

Le choix de l'amendement se fait en fonction des caractéristiques de la parcelle (CEC, pH eau, ...) et de la rapidité d'effet recherchée : par exemple, si le pH eau est inférieur à 5,5, il est important de le remonter rapidement pour s'affranchir du risque de toxicité aluminique.

Plus le pH eau de la parcelle est élevé, plus il faut choisir un amendement réactif : en effet, le lessivage en CaO est important lorsque le pH du sol est proche de la neutralité. Il faut donc tenir compte de ce lessivage et pallier la perte de chaux lors de l'apport. De même, plus un produit est fin, plus il réagit rapidement avec le sol. Et son action est d'autant plus efficace qu'il est réparti de façon régulière dans le sol. Parmi les facteurs indépendants du produit lui-même, on comprend que la qualité de l'épandage a aussi des conséquences non négligeables sur son efficacité.

Les indicateurs de marquage obligatoire de la norme NF U44-001 sont là pour nous aider dans le choix des amendements basiques.

· Teneurs en CaO et MgO : la concentration en calcium et en magnésium est le premier critère de choix d'un amendement. Toutefois, ce n'est pas parce qu'un produit contient du calcium et /ou du magnésium qu'il a une action neutralisante. Le plâtre, le gypse, le sulfate de magnésie par exemple n'agissent pas ou très peu sur le niveau du pH du sol. Ces produits sont des sels d'acides forts et contiennent un radical acide qui va contrecarrer leur action alcalinisante.

· D'où la notion de valeur neutralisante (VN) ; celle-ci est mesurée selon la norme NF U44-173. La méthode consiste en la détermination de la quantité de produit nécessaire à la neutralisation d'un acide (acide chlorhydrique) exprimée en quantité équivalente d'oxyde de calcium CaO. Ce critère permet de classe r les différents produits en fonction de leur potentiel de neutralisation mais ne renseigne pas sur la rapidité d'action sur le sol. Dans le cas des produits cuits, la dénomination seule permet de préjuger de la rapidité d'action. Les chaux vives ont une action rapide. Pour les amendements crus, la rapidité d'action dépend de l'origine et de la finesse de broyage de la roche. Une craie ou un marbre peuvent avoir des valeurs neutralisantes voisines mais des rapidités d'action très différentes.

- La solubilité carbonique : en mesurant la vitesse d'attaque du produit par un acide faible (solution saturée en gaz carbonique selon la norme NF U44-174), on simule le comportement du produit une fois incorporé au sol. Plus le produit a une solubilité carbonique élevée, plus sa rapidité d'action est importante.

- La finesse : elle est une indication obligatoire dans le cas des calcaires. Plus le produit est fin, plus il permet un contact intime avec les particules de terre. La finesse conditionne donc la rapidité d'action.



> Suite article «Chronique Basique»

D'autre part, certains fournisseurs peuvent utiliser un référentiel commun pour comparer les amendements minéraux basiques. A chaque produit est associé un indice, appelé IPA(4), dont l'échelle varie de 40 à 150. L'amendement adapté à chaque situation agronomique est déterminé en fonction de son IPA et de l'objectif de saturation de la CEC du sol.

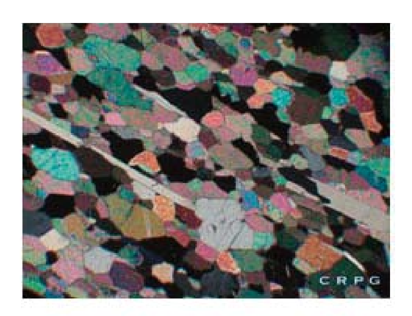
L'analyse de terre est un outil de diagnostic incontournable du statut acido-basique des parcelles agricoles. Le LCA vous propose ces analyses de terre avec ou sans interprétation des résultats. Dans le cas des analyses interprétées, nous avons intégré les dernières avancées en matière de raisonnement du chaulage.

(1) pH eau : pH d'une suspension de terre dans de l'eau permettant d'apprécier le pH d'une parcelle au moment du prélèvement
(2) S/CEC : taux de saturation de la Capacité d'Echange Cationique (CEC) par les cations (K+, Mg2+, Na2+ et Ca2+), le complément quand il est inférieur à 100 étant occupé par des protons H+
(3) Le Comifer Chaulage a édité en 2010 une seconde version de sa brochure « Le Chaulage, des bases pour le raisonner » clic
(4) IPA : Indice de Positionnement Agronomique, mis au point par l'UNIFA (Union des Industries de l Fertilisation), est un outil d'harmonisation dépendant des caractéristiques suivantes du produit :
- nature : carbonate dans les calcaires et dolomies, oxyde ou hydroxyde dans les chaux, silicate dans les amendements basiques sidérurgiques ;
- composition en pourcentage pour les amendements mixtes ;
- présentation : séché, humide, liquide ;
- pour les carbonates :
> Finesse ;
> Réactivité mesurée par la solubilité carbonique pour les carbonates fins, pulvérisés ou broyés, ou la dureté pour les carbonates grossiers concassés.



Magnétique magnésium

Publié le 26 janvier 2012



Dolomie métamorphique.
Source : CRPG Nancy

Le magnésium est un élément assez mystérieux. Adulé par les producteurs des « cultures spéciales », parfois jusqu'à l'excès en viticulture ou en agriculture biologique, il est le plus souvent ignoré en grandes cultures. Pourtant, le magnésium fait partie de la cour des « grands », classé comme élément majeur, avec des besoins magnésiens des plantes sensiblement équivalents à ceux du phosphore, de 20 à 50 kg/ha de MgO selon les espèces.
Indispensable à la vie végétale, il constitue, comme le phosphore et le soufre, environ 0,4% de la matière sèche des végétaux.
Le magnésium a, comme le calcium, la spécificité d'avoir des rôles fondamentaux pour le végétal, mais aussi des effets sur le fonctionnement même du sol. Nous développerons ici quelques remarques sur le magnésium au sol.

Formes dans le sol

Dans le sol, l'essentiel du magnésium est absorbé sur le Complexe Argilo-Humique ou incorporé aux silicates des argiles. Sa forme ionique, dans la solution du sol, est positive et divalente (Mg^{++}). Exprimée en MgO (oxyde de magnésium), la teneur totale en magnésium est de moins de 1% dans les sols non calcaires et est souvent supérieure à 2% dans les sols calcaires. Pour un sol de densité apparente 1,3 et d'une profondeur de 50cm, cela représente de 30 à 130 tonnes de MgO par hectare. Toutefois la fraction échangeable, plus ou moins disponible pour la plante, dosée au laboratoire après extraction à l'acétate d'ammonium, ne va plus représenter que 0,5 à 10 t /ha dont à peine 10 kg dissous dans la solution du sol.
Le magnésium est peu retenu par le Complexe Argilo Humique et s'avère donc relativement lessivable. Les pertes annuelles représenteraient de 20 à 50 kg/ha de MgO.
On estime qu'un tiers des sols français est excédentaire en MgO (du fait de la nature de la roche mère) et qu'un sol sur six environ est déficitaire (il s'agit le plus souvent de sols squelettiques).

Attention aux antagonismes

Comme les autres cations (c'est-à-dire les éléments minéraux à charge positive), le magnésium en excès va s'opposer au prélèvement par les plantes de tous les autres éléments positifs : calcium, potassium mais aussi tous les oligo-éléments (sauf le molybdène). Ainsi l'excès de magnésie dans un sol est un facteur d'aggravation des phénomènes chlorotiques.
A l'inverse, tout excès de K_2O ou CaO (voire Na_2O) va limiter l'assimilabilité du magnésium.
Les équilibres des cations sur la CEC et les rapports K/Mg et Ca/Mg sont donc des éléments importants à prendre en compte dans l'interprétation d'une analyse de terre et la construction d'un plan de fertilisation. Pour la majorité des espèces, un rapport K/Mg correct est compris entre 0,8 et 1,2.

Principaux effets sur le sol

Effet sur le pH : la magnésie, c'est-à-dire l'oxyde de magnésium MgO, est particulièrement efficace pour redresser le pH d'un sol : 1,4 fois plus que CaO. Ainsi, la Valeur Neutralisante (1) d'une dolomie (à 30% de CaO et 21% de MgO) est de 59, alors qu'elle ne serait que de 51 pour un carbonate de calcium dosant 51% de CaO. Mais cette efficacité est souvent dangereuse. En effet, tout excès de MgO au sol va limiter la disponibilité du calcium, par antagonisme. On rencontre assez fréquemment des sols à pH correct grâce à leur richesse magnésienne, mais où il est nécessaire de continuer à apporter du calcium, sous forme très soluble (pour ne pas augmenter le pH), l'excès de MgO bloquant le calcium pour la nutrition de la plante. L'amendement avec des produits calco-magnésiens est donc à utiliser avec précaution, sur la base d'une analyse de sol.

Effet sur la structure du sol : dans le même ordre d'idée, l'excès de MgO participe à « défloculer » le sol, et donc à dégrader sa structure (moindre prise en mottes). En effet, le magnésium prend la place du calcium sur le complexe argilo-humique, mais sans en avoir tous les rôles agglomérants.

Effet sur la salinité : par ses caractéristiques ioniques et atomiques, le magnésium augmente la salinité des sols. Si ce problème est encore peu fréquent en France, tant que la pluviométrie reste suffisante (sauf pour certains sols maraîchers ou en pépinières), il est particulièrement grave en Afrique du Nord où l'excès de magnésium peut empêcher la culture de certaines espèces. La mesure de la conductivité sur l'analyse de sol est donc une donnée indispensable pour certains pays ou végétaux.

Conditions d'assimilation :

L'assimilation du magnésium par les racines est beaucoup moins soumise à une bonne porosité du sol que celle du phosphore. De même, son passage dans le végétal est moins lié à la disponibilité hydrique que celui du potassium.
Les contraintes majeures de l'assimilation du magnésium, s'il est présent au sol, sont donc surtout les excès éventuels des autres cations, potassium et calcium.
Mais le magnésium a la caractéristique d'être un élément « climatique ». Sa migration interne dans le végétal est totalement sous la dépendance de la régularité thermique. Ainsi, dans les périodes de forts écarts thermiques, fréquents en fin de printemps, il n'est pas rare sur les espèces sensibles, la vigne par exemple, d'observer des symptômes de carences magnésiennes, sans que cela ne soit un problème de disponibilité au sol.



Source : Laboratoire LCA

C'est une banalité de dire que le magnésium est indispensable à la vie végétale. Quel élément minéral majeur ne l'est pas ? Comme pour tous les autres éléments minéraux, la nutrition en magnésium d'une plante résulte de la combinaison entre le fonctionnement et les équilibres du sol, les conditions climatiques et la caractéristique du végétal concerné.
Contrairement à l'azote et au potassium dont les besoins de la majorité des cultures sont significatifs pondéralement, justifiant souvent un apport annuel, les besoins en magnésium sont, dans la majorité des cas, assez limités. La « fertilisation » en magnésium, s'il y a lieu, correspond le plus souvent à une anticipation d'aléas climatiques ou de blocages au sol avec un objectif de sécurisation plutôt que de réponse aux besoins en tant que tels.

Des relations assez particulières entre le magnésium, la plante et le climat…

<u>Rôles plastiques du magnésium dans la plante :</u>
Le rôle le plus connu du magnésium est d'être un constituant direct de la chlorophylle, même si cela représente en général moins de 10% du magnésium contenu dans la plante. Un manque de magnésium, en tant que constituant plastique, va se caractériser par des décolorations (internervaires, en V…), des rougissements (vigne..) ou des nécroses brunâtres, commençant toujours par les feuilles vieilles, ce qui est le seul critère fiable de reconnaissance (confusion possible cependant avec le manganèse).



> Suite de l'article Magnetique magnésium

Rôles métaboliques du magnésium dans la plante : Les autres rôles du magnésium sont essentiellement métaboliques. De façon réductrice, on peut les classer en deux groupes distincts :

- Intervention dans des réactions enzymatiques : le magnésium est indispensable à l'activation (ou accélération) d'un certain nombre de réactions biochimiques en complément d'une enzyme. Beaucoup vont concerner les processus chlorophylliens (et donc glucidiques). Un manque de magnésium, dans ce rôle métabolique, va alors se caractériser par un jaunissement des feuilles, sans distinction évidente de leur âge, que l'on peut confondre avec un manque d'azote, de fer, de manganèse, de soufre, voire de zinc (ou par des niveaux conjointement limités, sans être déficitaires, de plusieurs de ces éléments). Dans les organes d'accumulation, on pourra observer un manque de sucres.

- Relation avec les autres cations majeurs : le magnésium participe directement aux équilibres cationiques dans le végétal, avec le calcium et le potassium, et des propriétés sensiblement intermédiaires, notamment en termes de solubilité.
Le rôle le plus connu, à ce niveau, du magnésium est le contrôle de l'approvisionnement en eau des cellules. Un manque de magnésium limite ainsi la résistance du végétal aux fortes températures ou au vent. En cultures estivales (arboriculture, viticulture, maraichage, maïs…), il est souvent utile de vérifier en fin de printemps le niveau de nutrition en magnésium.
Le magnésium, en excès instantané, va prendre la place du potassium ou du calcium, sans en avoir tous les rôles, l'inverse étant également vrai. Cette balance cationique est à la base du fonctionnement d'un végétal et donc de la fertilisation.

Magnésium et phosphore

Il s'agit là d'une application du rôle co-enzymatique du magnésium. Que ce soit directement (en activant les ATpases) ou indirectement, le magnésium stimule la nutrition en phosphore du végétal, à la fois pour ses prélèvements et son transport interne. Dans les sols où le phosphore s'assimile mal (pH alcalin, manque de porosité, réchauffement difficile…) le soutien en magnésium (dans ce cas de préférence par voie foliaire) est très souvent plus efficace sur la nutrition en phosphore que l'apport de phosphore lui-même !

Magnésium et valorisation de l'azote

L'approche actuelle de la nutrition végétale est de raisonner l'élément minéral dans ses relations avec les autres (équilibres, antagonismes, synergies…) avec une vision globale et fonctionnelle (en extension de la fameuse loi de Liebig, dite du facteur limitant, souvent illustrée par une barrique dont l'une des douelles est plus basse que les autres).
Ainsi on a vu que la plupart des rôles plastiques et métaboliques du magnésium interviennent sur les processus photosynthétiques et chlorophylliens. Le magnésium est donc en relation directe avec l'azote (comme le sont également le soufre, le fer, le manganèse et le zinc). On peut alors présenter le magnésium comme indispensable pour valoriser l'unité d'azote apportée. Sur certaines espèces maraîchères fragiles, on estime qu'un manque de 20% de magnésium limite de 25% l'efficacité de l'azote. Face à une plante visuellement peu végétative (ou « ne répondant plus à l'azote ») ou face à la question d'un apport complémentaire d'azote sur céréales, il est parfois plus efficace (mais aussi moins onéreux et écologiquement plus responsable) de se poser d'abord la question d'un éventuel soutien magnésien.

Magnésium et mise en réserve

Le magnésium est, avec l'azote, l'élément qui se met le plus en réserve chez les plantes pérennes ou pluriannuelles, proportionnellement aux besoins annuels (fraisiers par exemple). Ce mécanisme permet d' « assurer » la qualité de reprise végétative au printemps. Si on ajoute à cela l'importance du magnésium sur le métabolisme glucidique (mise en réserve carbonée), on comprend la nécessité de prendre en compte cet élément dans les objectifs de fertilisation visant la mise en réserve.

Raisonnement de l'apport magnésien

La majorité des sols français est correctement pourvue en MgO : voir Magnétique magnésium (Partie 1/2). Par conséquent la problématique est beaucoup plus la disponibilité de ce magnésium, non assimilable du fait des excès de calcium et potassium. Par ailleurs, le magnésium a la caractéristique d'être un élément « climatique ». Sa migration interne dans le végétal est totalement sous la dépendance de la régularité thermique. Dans les périodes ou dans les régions à forts écarts thermiques, on peut observer des visualisations de carences magnésiennes, sans que cela ne soit un problème de disponibilité aux racines. Dans ce cas, l'apport au sol ne sert à rien.
De plus, l'excès de magnésium au sol devient vite un facteur de blocage du potassium, du calcium mais aussi des oligo-éléments (surtout du manganèse). Un apport au sol n'est jamais systématiquement nécessaire a priori.
Ainsi, techniquement, le raisonnement de la fumure en magnésium devrait suivre le raisonnement suivant :

Le magnésium est-il présent au sol ? (voir analyses de sol)

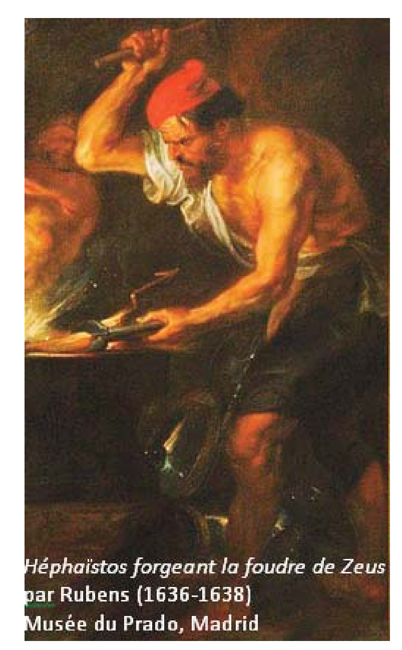
> si NON : apport au sol (cas a), sans dépasser 60 kg/ha/an de MgO, sauf redressement éventuel du sol, qui est toujours une opération risquée

> si OUI : le magnésium est-il disponible ? (voir analyses de sol et risques de blocage, analyses de végétal, conditions climatiques et comportement de la plante) :
> si OUI : pas d'apport
> si NON : apport par voie foliaire (cas b). Par chance, le magnésium pénètre bien par voie foliaire et migre facilement dans le végétal, sous une forme simple comme les sulfates. Ce soutien foliaire est d'autant plus efficace qu'il est fait en anticipation des séquences climatiques difficiles. Du fait des risques d'antagonismes (K, Ca, Mn…), il n'est jamais à systématiser. Il est nécessaire également de faire attention aux risques de « sur-pénétration », et donc de phyto-toxicité, avec certaines formes chélatées ou à support azoté.



Le fer à dix sous

Publié le 24 novembre 2011



Héphaïstos forgeant la foudre de Zeus
par Rubens (1636-1638)
Musée du Prado, Madrid

La mythologie grecque ne se trompe pas quand elle réunit dans la figure divine d'Héphaïstos, le feu, la forge et les volcans. Le fer, cet élément courant de notre vie quotidienne, vient du cœur de la terre. Nous lui devons des découvertes capitales à l'origine de grandes avancées dans l'histoire humaine. Au Xème siècle avant notre ère, en Europe, l' « âge de fer » permet ainsi un développement de l'agriculture grâce à des techniques nouvelles : l'araire à soc de fer remplace l'araire en bois et permet de labourer plus profondément.

Nous le connaissons aussi comme oligo-élément, classé parmi les sels minéraux indispensables à notre alimentation (contre l'anémie par exemple). Mais il peut se révéler toxique sous certaines formes. On le voit, le fer est étroitement lié à la physiologie animale et végétale : on le retrouve aussi bien au centre du noyau de notre hémoglobine qu'au cœur du fonctionnement de la photosynthèse.

C'est enfin un excellent indicateur coloré utilisé par les pédologues pour apprécier l'état d'oxydation des sols. Ces nombreuses facettes du fer justifiaient bien deux numéros de l'Agro Reporter ! Dans cette première partie, nous nous intéresserons à la genèse du fer dans les sols agricoles.

Dur comme fer

Le fer est l'oligo-élément le plus abondant dans les sols. Quatrième élément en poids de l'écorce terrestre (environ 5 %), il vient après l'oxygène, le silicium et l'aluminium. Présent dans presque toutes les roches de surface, dans tous les sols, il constitue en grande partie le centre de la terre.En tant que minéral, le fer doit subir un ensemble complexe de processus (échange, hydrolyse, mise en solution, oxydation et réduction, absorption, chélation …) pour aboutir à la formation d'un sol.

On admet que les minéraux riches en fer doivent subir une décomposition complète en leurs différents constituants pour passer à l'état d'ions avant de se recombiner pour donner naissance aux minéraux du sol. L'eau est un agent primordial de ces opérations qui permettent le passage du fer à l'état de minéral au fer constituant du sol.

Indicateur coloré

Les modifications de l'état du fer, et notamment les teintes du sol induites par la présence de fer, constituent pour les agronomes et les pédologues un excellent indicateur de l'état d'aération du milieu.

En milieu réducteur et pauvre en oxygène, le fer est bivalent (Fe++) sous la forme d'oxyde ferreux, d'hydroxyde ferreux, de carbonate ferreux ou de sulfure de fer.

Dans ces sols généralement asphyxiants par excès d'eau (sols hydromorphes), les oxydes ferreux se déposent en taches de gley caractéristiques de couleur gris vert ou gris bleuté.

En milieu aéré, le fer est trivalent (Fe+++) et



Sol à Gley

prend la forme d'oxyde ferrique ou d'hydroxyde ferrique. Les colorations caractéristiques de ces milieux sont des teintes rouille du fer oxydé Fe2O3.



Coloration rouille de l'oxyde ferrique

Le fer sous toutes ses formes

Dans le sol, le fer peut se présenter sous différentes formes :

> Une forme colloïdale dans laquelle l'hydroxyde ferrique(Fe(OH)3 ou Fe(OH)2+ ou Fe(OH)++) peut être combiné au complexe argilo-humique. C'est surtout cette forme du fer qui donne à l'argile sa couleur : soit brune si l'oxyde est très hydraté (sous climats humides), soit brun-rouge à rouge si l'oxyde est peu hydraté ou même déshydraté (sous climats méditerranéens et tropicaux). C'est également sous cette forme d'oxyde ferreux que peuvent se fixer les anions phosphates. Le fer ainsi combiné est insoluble, et donc non échangeable.

> Une forme soluble et échangeable : en milieu réducteur pauvre en oxygène, le fer prend la forme bivalente ou ferreuse. L'acidité favorise cette réduction. Bien que le fer soit assimilable sous cette forme, le milieu réducteur est défavorable à l'activité des racines et des microorganismes et l'excès de fer peut même devenir toxique. En outre, l'abondance des ions Fe++ contribue à maintenir l'acidité du sol :

$$Fe^{++} + 3\ H_20 \ -> Fe(OH)_2 + 2\ H_3O^{+}$$

On comprend que les sols qui souffrent d'un excès d'eau soient aussi fréquemment des sols trop acides…

> Une forme cristalline : l'oxyde ferrique peut se cristalliser et former, autour des grains de sable, soit un simple film, soit un véritable ciment qui réunit ces grains en concrétions jusqu'à former, dans certaines conditions, de véritables bancs rocheux. Dans les régions arrosées, après migration des différentes formes de fer, la cristallisation peut conduire à la formation d'alios (véritable cuirasse de grès ferrugineux) fréquente dans les sols podzoliques installés sur roche mère sableuse.



Alios

> Une forme pseudo-soluble : le fer à l'état ferreux, ou ferrique, peut s'associer à la silice ainsi qu'à divers produits organiques, comme des protéines (caséine, gélatine, …), des acides minéraux (acide phosphorique, …), des amino-acides (acide aspartique, …), des hydroxyacides (acide lactique, malonique, …), et en particulier les acides humiques et fulviques. Il forme ainsi des complexes pseudo-solubles, c'est-à-dire que le fer est sous une forme colloïdale dispersée, et donc mobile. Parmi tous ces produits, certains sont susceptibles de former des complexes, d'autres des chélates avec Fe. C'est sous cette forme que le fer est généralement assimilé par les plantes et qu'il peut migrer soit vers le bas pour les sols bruns lessivés, soit vers le haut dans les sols rouges. En sols acides et riches en matières organiques solubles, il se forme des complexes ferro-humiques migrant facilement en profondeur, caractéristiques des sols podzoliques.

Ces phénomènes de chélation sont particulièrement importants : c'est l'oligo-élément le plus susceptible de se trouver en concentration importante sous forme chélatée.



> *Suite de l'article «le fer à dix sous»*

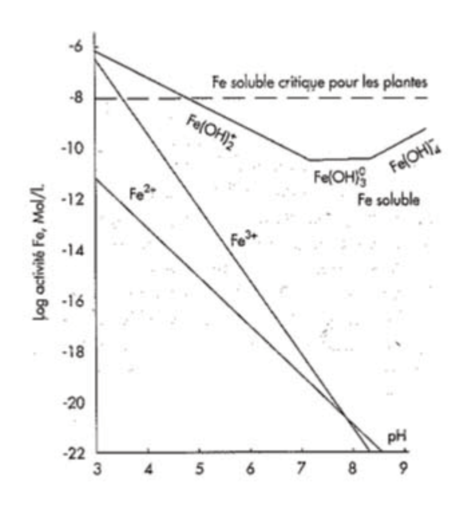


Evolution de la chlorose sur pommier

Nous avons décrit les différents états du Fer dans les sols. Connaître la forme sous laquelle cet élément se trouve dans le sol présente pour principal intérêt de nous renseigner sur son assimilabilité pour les plantes. Nous allons nous intéresser à ces aspects ainsi qu'aux signes de carence.

L'assimilabilité du fer

Dans les sols normalement aérés, le fer se retrouve essentiellement à l'état le plus oxydé, c'est-à-dire à l'état ferrique Fe+++. La solubilité de Fe dans les sols dépend donc surtout de la solubilité des oxydes ferriques, elle-même fortement influencée par le pH des sols.



Solubilité de Fe inorganique en fonction du pH et du niveau critique Fe pour les plantes (d'après Lindsay, 1984)

Dans les conditions de sol réductrices, le fer se trouve essentiellement à l'état ferreux Fe++. La solubilité du fer est donc accrue ainsi que sa disponibilité. Toutefois, lorsque les conditions de sols deviennent asphyxiantes, par exemple dans les zones tassées des parcelles, l'activité des racines est perturbée et l'absorption du fer réduite.
D'autres facteurs augmentent les risques de chlorose tels que l'accumulation de métaux dans le sol comme le manganèse, le zinc ou le cuivre.
L'absorption du fer est aussi très sensible à l'influence d'autres cations tels que le potassium, le magnésium et le calcium.

En cas de chlorose ferrique en viticulture, on observe une augmentation très significative de la teneur en phosphore, potassium, magnésium et une diminution du calcium dans les feuilles atteintes de chlorose (1) par rapport aux autres feuilles non chlorosées qui est attribuée à une formation in suffisante de glucides. A contrario, certains facteurs peuvent augmenter la solubilité Fe telles que les conditions d'oxydo-réduction et la présence de chélatants.

Enfin, l'exsudation d'agents complexants par les plantes dans la zone racinaire est susceptible d'augmenter la solubilité totale du fer dans les sols. Les différences variétales peuvent être importantes à cet égard.

Absorption du fer

L'absorption du fer sous forme Fe++ ou dans un certaine mesure sous forme chélatée est liée à la capacité qu'ont les racines d'abaisser le pH et de réduire Fe+++ en Fe++ dans la rhizosphère.
Certaines plantes et prioritairement les dicotylédones réagissent en induisant des réactions de solubilisation de Fe à la surface racinaire en :

> libérant des ions H+ (entraînant une baisse de pH),
> émettant des substances réductrices dans le milieu pour permettre l'accroissement du rythme de réduction de Fe+++ à Fe++ ,
> augmentant la production d'acide organique (citrique en particulier) et d'autres substances, ayant des propriétés de chélation du fer, alors que les graminées vont réagir en :
> produisant des phytosidérophores. (2)

Les réponses au stress

Les variétés diffèrent quant à leur aptitude à absorber le fer notamment en situation de stress.
Les espèces efficaces pour absorber cet élément répondent à une trop faible assimilabilité du fer en développant des réactions qui permettent d'en augmenter l'absorption. Les espèces inefficaces n'ont pas cette faculté d'induire une réponse au stress.
Ces différences ont été largement utilisées par les sélectionneurs en arboriculture fruitière et en viticulture surtout : on va chercher à créer des associations de porte-greffes efficaces vis-à-vis de l'absorption de Fe et de scions capables de produire des fruits de la qualité recherchée.

Les rôles du fer

Parmi tous les oligo-éléments, le fer est celui dont les plantes ont le besoin quantitativement le plus élevé. Il entre dans la composition de plusieurs enzymes à hème (3) et sans hème, notamment catalase, peroxydase et cytochrome oxydase.

On retiendra que le fer joue un rôle essentiel dans la respiration, la synthèse de chlorophylle et la photosynthèse.
Par conséquent, les plantes souffrant de déficience ferrique souffrent d'une inhibition de la respiration.
Dans la plante, la majeure partie du fer se trouve sous forme d'une phosphoprotéine ferrique, la phytoferritine. Celle-ci constitue une réserve de fer dans les feuilles qui permet d'assurer les besoins de la photosynthèse. Les chloroplastes renferment une autre forme de fer, la ferrédoxine. Cette ferroprotéine peut agir comme transporteur d'électron et intervient comme système rédox dans la photosynthèse, dans la réduction des nitrites, des sulfates, dans la fixation de l'azote atmosphérique (dans le cas d'une carence en fer sur soja, on observe une absence ou une raréfaction des nodules).

Repérer les principaux symptômes foliaires

La déficience en fer est la plus facile à reconnaître. Si la déficience est légère, une pâleur des feuilles peut être confondue avec une faim d'azote.
Au stade suivant, apparaît la chlorose internervaire, le jaunissement évolue en une teinte blanc ivoire. Puis les zones décolorées se nécrosent et le bord des feuilles peut aller jusqu'au dessèchement.
Dans tous les cas, le fer migrant peu d'une partie de la plante à une autre, sa réutilisation reste localisée et sa carence affecte immédiatement les organes en voie de croissance.

L'assimilation du fer est fortement influencée par des facteurs externes, conditions d'oxydo-réductions, pH, associations cépages - porte-greffes ou variétés – porte-greffes (dans le cas des plantes pérennes)... Aussi, l'analyse des quantités de fer dans la partie végétale prend tout son sens pour s'assurer que l'assimilation en cet élément est à son optimum.

Bibliographie :
- *Oligo-éléments en agriculture, André Loué*
- *Les bases de la production végétale Tome 1 : Le sol Dominique Soltner*
- *Le fer dans les sols, P Segalen, ORSTOM*

(1) Chlorose : Carence en chlorophylle des plantes se traduisant par la coloration jaune pâle des organes qui devraient être verts (feuilles, tiges) et pouvant avoir des causes diverses (anomalie génétique, carence du sol en fer, infections parasitaires, etc.). Dictionnaire Larousse.
(2) Phytosidérophore : bio-molécule présentant une forte affinité pour les métaux, le fer en particulier. Les phytosidérophores sont sécrétés par les Graminées et mobilisent les métaux en formant avec eux des complexes stables et solubles. M.C Girard, C. Walter, J. Berthelin, J.C. Remy, JL Morel. 2005 - Sols et Environnement. Cours et Etudes de cas. Dunod, coll. Sciences Sup. 832 p.
(3) Hème : structure aromatique contenant un atome de fer



Toucher terre

Publié le 16 février 2012

Il peut paraître paradoxal de parler de fertilité « physique ». Elle est pourtant, avec les composantes chimique et biologique, l'une des bases du triptyque sur lequel repose la fertilité des sols. Comment des composants, minéraux et supposés inertes par nature, peuvent-ils conditionner le potentiel agricole d'une parcelle ?

Ne pas confondre texture et structure
Les propriétés physiques des sols dépendent naturellement des proportions relatives des éléments les constituant, mais aussi de la façon dont ces éléments sont associés entre eux pour former des unités structurales. On appelle texture la composition d'un sol en sables, limons et argile. Elle permet de positionner les sols dans des « classes », dans lesquelles on associe parfois la matière organique et le calcaire lorsque leur présence est supérieure à 4 ou 5 %. La texture du sol classe donc les éléments constitutifs du sol selon leur dimension. Elle se distingue de la structure qui qualifie la disposition de ces éléments, en agrégats ou en unités structurales. Ces deux notions, texture et structure, commandent la totalité des caractéristiques physiques des sols, entre autres la porosité et le comportement des sols vis-à-vis de l'eau et de l'air.

Appréciation et mesure de la texture d'un sol
Sur le terrain, lors de l'examen du profil cultural par exemple, on peut, avec un peu d'expérience, apprécier la texture au toucher. Appliquée avec rigueur et méthode, elle permet d'aboutir à une véritable classification des sols.

TEST	RÉSULTAT	CONSÉQUENCE SUR LA TEXTURE
Toucher de la terre sèche	Soyeux ou talqueux	Abondance de limons fins
	Savonneux	Abondance de limons grossiers
	Rugueux	Sables grossiers
Réalisation d'un boudin de terre humide	Possible	Argile >10 %
	Impossible	Argile <10 %
Réalisation d'un anneau avec le boudin de terre	Fissuration avant 1/2 fermeture de l'anneau	Limons > Argile Argile<30 %
	Fissuration au 3/4 de la fermeture	Limons < Argile Argile <30 %
	Anneau réalisable	Argile >30 %
D'après A. Fleury et B. Fournier, INA P.G.		

Malgré tout, on comprend que la perception manuelle pourra être différente d'une personne à l'autre. L'appréciation texturale est donc le plus souvent le résultat d'une mesure en laboratoire, plus reproductible et plus discriminante, par l'analyse granulométrique, une fois les graviers et cailloux éliminés par un tamisage à 2 mm. La totalité des analyses est effectuée, normativement, sur la « terre fine », dont les éléments ont moins de 2 mm de diamètre.
Pour les sols caillouteux, il est utile de demander au laboratoire de mesurer le « refus à 2 mm », afin d'apprécier la représentativité de la mesure sur la terre fine par rapport au volume total de sol exploitable ! En effet, sur certains sols viticoles par exemple, la terre fine peut représenter moins de 20% du volume du sol exploité par les racines. De la même façon que la bonne interprétation d'une analyse de sol nécessite la connaissance de la profondeur de la couche arable (sol utile), la prise en compte des refus (mais aussi du pourcentage de cailloux non mis dans l'échantillon à analyser, mais à indiquer sur la fiche de renseignements) est indispensable. Les éléments grossiers interviennent directement sur la porosité, la capacité de rétention hydrique et minérale, la vitesse de réchauffement et la résistance au tassement des sols.

<u>Les constituants minéraux de la terre fine sont groupés par classes de dimensions selon les limites conventionnelles suivantes :</u>
- Argile : 0 à 2 micromètres (soit moins de 0,002 mm)
- Limon fin : 2 à 20 micromètres (soit 0,002 à 0,02 mm)
- Limon grossier : 20 à 50 micromètres (soit 0,02 à 0,05 mm)
- Sable fin : 50 à 200 micromètres (soit 0,05 à 0,2 mm)
- Sable grossier : 200 à 2 000 micromètres (soit 0,2 à 2 mm)

Selon les nomenclatures, les limons fins sont parfois appelés « limons», et les limons grossiers qualifiés de « sables très fins ». Dans le système international, on ne trouve que 4 classes (0 – 2 – 20 – 200 – 2000 micromètres), les sables fins correspondant à 20 – 200 micromètres.

L'analyse granulométrique au laboratoire

La méthode la plus fréquemment utilisée en France est la méthode normalisée NF X31-107. Après destruction de la matière organique en milieu liquide, qui aura été préalablement quantifiée, on laisse l'échantillon se « sédimenter ». Selon le principe de la Loi de Stokes, la vitesse de chute des particules dépend de leur taille. Les fractions fines sont déterminées après pipetages effectués à des profondeurs et des temps donnés dans l'échantillon, tandis que les fractions grossières sont obtenues après tamisage. Comme l'exige la norme NF X31-107, les résultats d'analyses sont exprimés de telle façon que la somme des fractions minérales soit égale à 1000. En savoir plus ici.

Argile vraie ou argile granulométrique

Selon les laboratoires, l'analyse granulométrique peut être effectuée avec ou sans décarbonatation préalable. Derrière ce qui peut passer pour un détail technique, se cache la plupart du temps le souci d'accé**der, par l'analyse granulométrique aux argiles « vraies » ou minéralogiques**, dont le rôle est fondamental dans les propriétés physiques, chimiques et biologiques du sol.
Or la méthode d'analyse de la granulométrie étant basée sur la taille des particules constitutives, la classe des argiles va rassembler tous les éléments d'un diamètre inférieur à 2 micromètres : il s'agit **d'argiles granulométriques.** On y trouve les argiles minéralogiques (issues de l'altération des silicates), mais aussi : des débris de quartz très fins (1 à 2 micromètres), de la silice plus ou moins hydratée, des oxydes de fer et d'aluminium et des cristaux de calcaire très fins (moins de 2 micromètres).
L'étape préalable de décarbonatation, lorsqu'elle est réalisée par le laboratoire, aboutit à l'élimination du calcaire. De ce fait elle permet de se rapprocher de la proportion d'argile minéralogique dans la fraction inférieure à 2 micromètres, mais elle ne suffit pas à déterminer uniquement les argiles « vraies » : le quartz, la silice, les oxydes restent comptabilisés avec les argiles.

D'autre part, en fonction du type de sol, les carbonates peuvent aussi se trouver dans les fractions plus grossières. L'ensemble des résultats de l'analyse granulométrique peut donc être modifiée par la décarbonatation, sans qu'il soit possible d'en prévoir l'effet sur chaque fraction granulométrique prise séparément. En fait, la granulométrie après décarbonatation présente un intérêt dans deux cas particuliers précis :

> pour résoudre certains problèmes de **filiation pédogénétique** entre horizons, qui intéressent les pédologues ;
> pour connaître la **répartition granulométrique des carbonates dans un horizon calcaire** (à condition d'avoir aussi réalisé l'analyse sans décarbonatation). Cette approche peut intéresser les agronomes qui cherchent à évaluer la « réactivité » du calcaire, notamment dans des situations de risque de chlorose ou de choix de porte-greffe. Il faut souligner que le dosage du calcaire actif semble bien corrélé aux taux de carbonates des fractions granulométriques inférieures à 20 micromètres (argiles et limons fins), sauf pour les sols crayeux. Ce dosage complète utilement l'analyse granulométrique en l'absence de décarbonatation, pour les sols calcaires. C'est l'approche retenue par le LCA.



> Suite de l'article «Toucher terre»

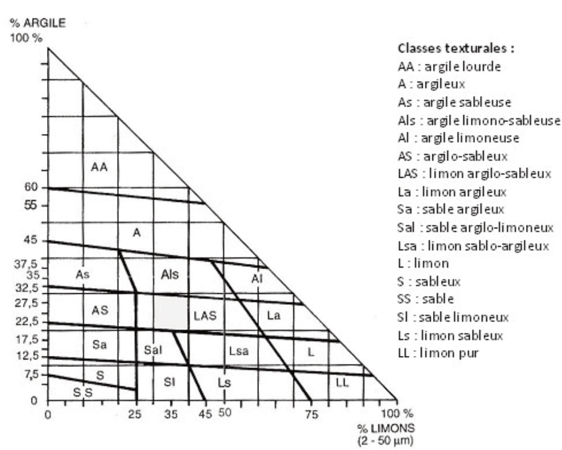
Comme la quantité et la nature des argiles minéralogiques jouent un rôle important dans la capacité d'échange des sols, la mesure de la Capacité d'Echange Cationique (CEC) est une détermination complémentaire particulièrement importante pour l'interprétation de l'analyse chimique de sol (bilan de fertilité). Deux sols ayant la même proportion d'argile granulométrique et de matières organiques peuvent en effet présenter des CEC très différentes selon la nature et la qualité de ces argiles et matières organiques.

De l'analyse granulométrique à la texture

La proportion relative des différentes classes granulométriques définit la texture du sol. Les classes de texture sont généralement données dans des diagrammes triangulaires, équilatéraux ou rectangles, divisés en zones de texture déterminée. Différents diagrammes ont été proposés. Ils réduisent les compositions granulométriques à trois fractions (argile, limon, sable) dont la somme fait 100 %. Le principe est toujours le même : on positionne la composition granulométrique selon 2 des 3 fractions. La troisième est forcément égale au complément de la somme des deux premières à 100 %. Par exemple, pour un sol à 35 % d'argile et à 50 % de limon, la proportion de sable est égale à 15 % car [100 – (35 + 50] = 15.
Parmi les référentiels existants, on peut citer le diagramme USDA (12 classes), le diagramme FAO-UNESCO (3 classes), le diagramme belge (7 classes), ainsi que les triangles anglais (11 classes), suisse (10 classes), néerlandais (10 classes), ISSS (12 classes), etc.

En France, deux diagrammes sont couramment utilisés :

- celui du Service de la carte des sols de l'Aisne, qui comporte aujourd'hui 15 classes. A l'origine il ne comportait « que » 14 classes, les limons sableux et les limons moyens sableux n'étant pas distingués. Des versions simplifiées ont été proposées pour les « séries de sols » (9 classes) et les « familles de sols » (6 classes).
- celui du GEPPA (1963), qui comporte 17 classes. Elaboré par un groupe de pédologues à partir des sensations tactiles ressenties sur des prélèvements en provenance de tout le territoire métropolitain, il est devenu le standard français car reconnu comme le seul à émaner d'un travail collectif. C'est le triangle utilisé au LCA.



Triangle du GEPPA (1963)
Source : BAIZE D., 1995. Guide pour la description des sols, INRA Editions.
** GEPPA : Groupe d'Etude pour les Problèmes de Pédologie Appliquée*

Il ne faut pas perdre de vue l'objectif recherché par les concepteurs de ces triangles, et le contexte dans lequel ils sont apparus. Ainsi, le diagramme de la FAO, est en fait un référentiel d'aptitude à la création d'étangs piscicoles, ce qui explique qu'il puisse se satisfaire de « seulement » trois classes. Dans d'autres situations, les triangles cherchent à apprécier les aptitudes à l'irrigation, servent de base au raisonnement du chaulage (USA, UK), à l'évaluation de la réserve utile ou en hydrologie.

Certains triangles développent plus ou moins les textures de sols les plus répandus dans leur région d'origine (pour mieux distinguer les séries de sols) : c'est le cas du triangle roumain qui présente une forte différenciation des classes vers le pôle sableux. De même, on comprend la difficulté pour les agronomes des pays d'Afrique du Nord aux sols souvent extrêmes (très argileux ou très sableux) de travailler avec un triangle de texture européen, centré sur les sols limoneux.
Pour aller plus loin sur ce sujet, nous vous recommandons la lecture de l'article de A. Richer de Forges (Perdus dans le triangle des textures, 2008).

Finalement, sauf exigence de normalisation, que l'on utilise un triangle de textures existant ou que l'on en crée un autre pour ses propres besoins n'a guère d'importance. L'essentiel est de travailler avec un outil correspondant à ses objectifs. Il est assez fréquent, par exemple, que certaines structures ou organisations demandent au laboratoire de construire pour elles des diagrammes de textures spécifiques, centrés sur leurs sols dominants, pour mieux caractériser leurs parcelles.
En revanche, du fait des nombreux diagrammes existants, et du risque d'erreur lors du passage d'un référentiel à l'autre, il faut bien préciser la source utilisée : triangle référencé ou triangle spécifique.

La texture issue des diagrammes est une première classification des sols. Elle est forcément un peu réductrice par rapport à l'information obtenue par l'analyse granulométrique, qui comporte cinq classes de fractions, la matière organique et éventuellement le calcaire. Ces informations sont valorisables autrement, par le calcul de divers indices qui permettent d'évaluer la porosité, le risque de battance, etc.

Et la structure ?

Les éléments constituants du sol sont, sur le terrain, plus ou moins intimement associés pour former des **agrégats**, dans la composition desquels entre également une partie de la matière organique. Ces agrégats peuvent eux-mêmes être associés en **unités structurales** de plus grande taille pour constituer la structure du sol. De cette organisation va dépendre la circulation de l'eau et de l'air dans le sol et donc la vie végétale.

La structure n'est pas une constante : elle varie dans le temps, avec les saisons, les conditions climatiques et hydriques et sous l'effet de la culture. Le principal facteur de destructuration des sols est l'eau. Selon sa résistance à ces différents paramètres, le sol est qualifié de « stable » ou « instable ».
Cette stabilité est liée à de nombreux paramètres, dont :
- la présence de colloïdes et leur cimentation, dans lesquels l'argile, la matière organique et les oxydes de fer et d'aluminium jouent un rôle important ;
- la quantité, la fonctionnalité et le type de matière organique du sol ;
- la « couverture cationique » du sol, et notamment la présence excessive de sodium, magnésium ou potassium (facteurs d'instabilité sur les sols sensibles). A contrario, le calcium a un effet stabilisant (les sols basiques sont toujours plus stables que les sols acides) ;
- la mise en culture du sol, qui a souvent tendance à dégrader la structure du sol si les techniques choisies ne sont pas appropriées : choix des outils de travail du sol, gestion des amendements calciques ou organiques, type d'engrais… C'est à ce niveau qu'intervient, en grandes cultures, le choix de techniques cultures simplifiées (TCS), de non labour ou de semis direct.

La structure n'est pas une valeur mesurable mais s'apprécie, sur le terrain, par l'observation des profils culturaux ou pédologiques. On distingue plusieurs types de structure (particulaire, massive, fragmentaire…) selon la dimension des unités structurales, leur forme, leur cohésion…



> Suite de l'article «Toucher terre»

L'échantillon de terre transmis au laboratoire, remanié, est par nature déstructuré et ne permet donc pas de déterminer la structure du sol. Par contre, de nombreux outils analytiques ou critères permettent d'en estimer la stabilité et d'apprécier les risques d'accidents ou de difficultés (contraintes) agronomiques.



Coupe de sol à Châteauneuf du Pape (Photo : K. Riman)

Le comportement agronomique d'un sol dépend en grande partie de sa texture, selon des relations complexes car liées à de nombreux paramètres (composition, climat, nature du végétal cultivé, mode de conduite…). C'est le rêve de tout « agronome – chercheur » de modéliser les relations entre la granulométrie et le comportement global du sol (réserve en eau, battance, aptitude à la fissuration…).

De telles relations se présentent le plus souvent sous la forme d'équations de régressions multiples. Heureusement leur utilisation est facilitée par une représentation graphique, prenant généralement la forme de triangles dont les sommets sont formés par les argiles, limons et sables. Ces triangles ou ces équations servent de base pour interpréter les résultats d'analyses granulométriques de terre et apporter des informations sur la fertilité physique des sols à partir d'une analyse de laboratoire.

Des triangles…

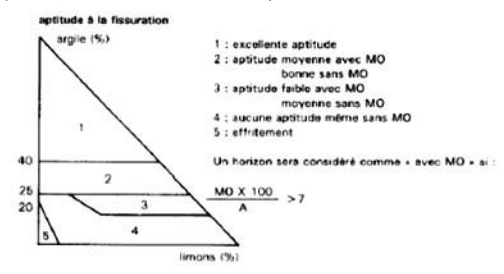
La connaissance des trois grandes classes granulométriques permet d'accéder à certains comportements d'un sol :

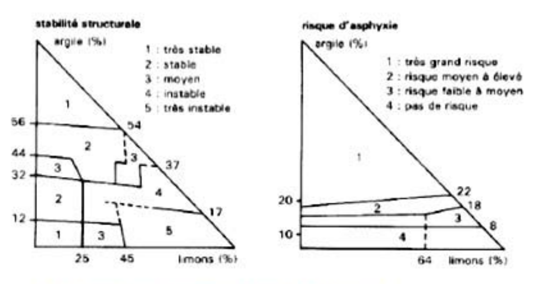
> Aptitude à la fissuration. Indicatrice de la capacité d'un sol à se restructurer naturellement sous l'effet du climat, elle traduit l'intensité des mécanismes de division du sol par des alternances de phases de gonflement et de retrait sous l'effet de variations d'humidité (humectation et dessiccation). L'aptitude à la fissuration dépend en particulier des teneurs en argile et en matière organique (MO). L'argile augmente l'aptitude à la fissuration, mais la MO modifie les propriétés du sol : si le ratio MO/Argile est supérieur à 7%, on considère l'aptitude à la fissuration comme diminuée.

> Stabilité structurale. La « cimentation » des agrégats du sol est assurée en partie par les argiles (mais surtout par la matière organique : cf Toucher Terre Partie 2/3). La présence d'argile aura donc tendance à augmenter la stabilité structurale. Mais la relation entre texture et stabilité est complexe : les sols les plus stables sont les sols très argileux, ou au contraire très sableux (insensibles à l'action de l'eau). A l'inverse, la prédominance des limons est facteur d'instabilité.

> Risque d'asphyxie. Il est lié à la porosité du sol, ces espaces non occupés par les particules solides du sol, qui permettent l'aération du sol, la circulation de l'eau et régulent l'intensité du lessivage. La texture, qui influence la microporosité, a un rôle à jouer. Ainsi les sols de texture fine présentent-ils un risque d'asphyxie supérieur aux sols plus grossiers. Le « poids » de la texture est modulé par la structure du sol (dont dépend la macroporosité) et par l'humidité du sol.

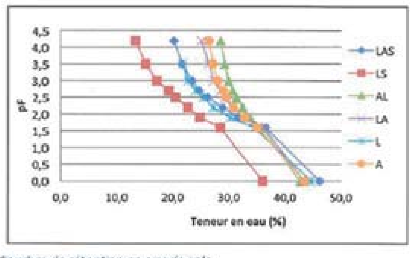
Sur les sols qui présentent des risques d'asphyxie élevés, toute intervention visant à lutter contre l'excès d'eau ou à améliorer la structure (drainage, apport d'amendements calciques et organiques, nature du travail mécanique …) aura un effet bénéfique.





Relation entre texture et comportements agronomiques selon Monnier et Stangel (INRA d'Avignon, 1982)

> Capacité de rétention en eau des sols. Dans les régions qui connaissent des épisodes de sécheresse prolongée, l'eau constitue rapidement le premier facteur limitant de la production et il est impératif de pouvoir estimer la réserve en eau des sols. Des relations entre les propriétés hydriques des sols et leurs caractéristiques physiques ont pu être décrites et différents modèles, ou « fonctions de pédo-transfert », sont disponibles. La capacité de rétention en eau des sols, déduite de la forme des courbes de pFI d'échantillons de terre, est ainsi dépendante à la fois de leur texture et de leur structure. Il faut souligner que l'utilisation d'échantillons remaniés par les laboratoires, qui travaillent le plus souvent sur des terres tamisées à 2 mm et donc déstructurées, modifie l'allure de ces courbes. Ces fonctions de pédo-transfert présentent un grand intérêt, à condition de les utiliser dans les régions dans lesquelles elles ont été établies, surtout si elles ont pu être établies sur des sols non remaniés, à l'image des travaux récents menés en Algérie par Dridi et Dilmi (2011).



Courbes de rétention en eau de sols non remaniés selon leur texture (Dridi et Dilmi, 2011)

Quelques indices

La détermination des cinq classes granulométriques permet d'aller encore plus loin dans l'utilisation des résultats d'analyses par le calcul de divers indices.

Ainsi l'indice d'instabilité structurale des agrégats de Hénin est établi à partir des teneurs en argile, limons fins, sables grossiers et en agrégats :

Is = [Argile + Limon fin] / [Agrégats – 0,9 * Sable grossier]



> Suite de l'article «Toucher terre»

Cet indice varie globalement de 0,1 à 100, ce qui correspond à des stabilités structurales respectivement très élevées et très faibles. Plus l'indice d'instabilité est élevé et plus le sol a tendance à se désagréger et à se colmater sous l'effet de la circulation de l'eau, ce qui réduit la vitesse d'infiltration, si bien que ces deux paramètres varient en sens inverse l'un de l'autre. Néanmoins, l'appréciation des quantités d'agrégats n'est pas une analyse de routine dans les laboratoires agronomiques. Ainsi, en pratique, cet indice est rarement utilisé pour les analyses agricoles, qui s'appuient davantage sur l'indice de battance.

La formule d'estimation des risques de battance, proposée initialement par Rémy et Marin-Laflèche en 1974, est bien corrélée avec les résultats des tests de stabilité de Hénin. Dans sa dernière version, utilisée au LCA, elle s'écrit :

IB = [1,5 * Limon fin + 0,75 * Limon grossier] / [Argile + 10 * Matière organique] – CII

L'indice de battance (IB) s'applique aux horizons de surface. Plus la valeur de l'IB est élevée, plus le risque de battance est important. Les sols sont considérés comme peu ou non battants pour des valeurs d'IB inférieures à 1,4 à 1,6 et battants à très battants si cet indice est supérieur à 1,6 ou 1,8.
On comprend bien que, pour un sol de composition granulométrique donnée, l'indice de battance diminue avec une augmentation de la teneur en matière organique de la couche de sol travaillée. De fait, les techniques qui conduisent à un enrichissement relatif de la couche superficielle du sol en matière organique (non labour, maintien des résidus de cultures en surface, engrais verts, …) peuvent contribuer à limiter la sensibilité du sol à la battance. Comme l'illustre la figure suivante, une différence sur la teneur en MO du sol de 0,5%, pour une composition granulométrique donnée, suffit à faire passer un sol limoneux de « peu battant » à « assez battant ». Ainsi l'entretien organique des sols revêt une importante particulière lorsqu'on observe que le risque de battance devient problématique à moins de 2% de MO sur ces mêmes sols.

Principe de relativité

D'une façon générale, il ne faut pas se fier à un seul indice ou ratio, forcément réducteur, mais les confronter entre eux. Garder présents à l'esprit les quelques points suivants permettra de conserver le recul nécessaire à l'interprétation des résultats d'analyses :

> La nature minéralogique des argiles présentes dans le sol est un facteur essentiel de son aptitude à la fissuration ; par exemple, la montmorillonite a un fort pouvoir de gonflement, contrairement à la kaolinite. A ce niveau intervient aussi la différence entre les argiles granulométriques et les argiles « vraies »

> La répartition des éléments dans les classes granulométriques n'est pas forcément linéaire. La classe des « sables fins » est à ce niveau particulièrement délicate. Ces particules se comportent souvent plus comme des limons, avec des risques de compactage et tassements, que comme des sables grossiers à forte porosité. C'est pour cela que certains modèles agronomiques peuvent distinguer plusieurs groupes dans cette classe.

> De même, la qualité et la fonctionnalité des matières organiques interviennent de façon prépondérante sur le comportement physique du sol. Les analyses spécifiques des matières organiques des sols, qui seront développées dans un prochain article, sont une des évolutions récentes de l'agronomie.

> Les comportements théoriques des sols s'exprimeront plus ou moins selon la quantité d'éléments grossiers dans le sol (graviers, cailloux). Il faut se souvenir que l'analyse de terre se fait après élimination des éléments supérieurs à 2 mm ! Ainsi, un sol très asphyxiant sur la terre fine peut être très drainant s'il possède 50% de refus.

> Un sol très asphyxiant par l'analyse peut être agronomiquement très intéressant s'il repose sur un sous-sol très drainant. A l'inverse un sol sableux, sans risque d'asphyxie a priori, peut être très difficile s'il est suivi d'une couche d'argile imperméable. La connaissance de la texture du sol, mais aussi du sous-sol, est essentielle pour le choix du porte greffe dans les cultures pérennes.

De nouveau, l'analyse de sol ne peut être pleinement valorisée que si elle est accompagnée d'une bonne connaissance de la parcelle.

Bibliographie :

- Agro-Transfert R&T, Chambres d'Agriculture de Picardie, 2007. Mémento Sols et Matières Organiques. 50 p.
- D. Baize, 2000. Guide des analyses en pédologie. INRA Editions, 257 p.
- B. Dridi et A. Dilmi, 2011. Poids des différentes caractéristiques des sols dans l'estimation de leur rétention en eau. Etude et Gestion des Sols, 18, 4, 2011.
- Ministère de la Coopération, 1993. Mémento de l'Agronome, 4ème Edition. Collection « Techniques rurales en Afrique ». 1635 p.
- A.C. Richer de Forges et al, 2008. Perdus dans le triangle des textures. Etudes et Gestion des Sols, 15, 2, 2008.
- D. Soltner, 2003. Les bases de la production végétale. Tome 1 : le sol et son amélioration. Collection Sciences et Techniques Agricoles. 472 p.

I- Les courbes de pF sont des courbes d'humidité pondérale en fonction du potentiel matriciel de l'eau. Elles traduisent la force avec laquelle la terre ou le substrat retiennent l'eau lorsqu'ils sont soumis à des dépressions (succions) de plus en plus fortes.
II- « C » est un terme correctif à soustraire lorsque le pH est supérieur à 7, sous certaines conditions d'utilisation.



Le vin est la réponse de la terre au soleil (Margaret Fuller)

Publié le 20 janvier 2011

La viticulture de ce début de 21ème siècle doit relever plusieurs défis :
- poursuivre l'amélioration de la qualité des vins,
- répondre aux préoccupation environnementales exprimées par la société,
- préserver la pérennité de ses outils de production : la vigne et le terroir.

Un grand nombre de facteurs se combinent pour donner aux vins leur caractère : cépage, climat, choix techniques du viticulteur. Parmi ceux-ci, la gestion de la matière organique des sols, la fumure azotée, la technique d'entretien du sol (enherbement ou pas, travail du sol…) peuvent influencer non seulement le comportement de la vigne, mais également la composition des moûts, le déroulement de la fermentation alcoolique, ainsi que la composition et les propriétés organoleptiques des vins… Une mauvaise nutrition du végétal peut être à l'origine de déséquilibres gustatifs : dureté, amertume, manque de corps, baisse d'intensité aromatique, manque de profondeur, de minéralité…

Certains déséquilibres peuvent être corrigés par l'œnologue. Toutefois la production de vins de qualité nécessite de trouver des solutions " à la vigne " afin d'obtenir une matière première, le raisin, qui exprime pleinement les potentialités et les caractéristiques du végétal et du terroir.

Quid de la matière organique ?

" Le sol est vivant ! ". La MO constitue le pilier de l'activité biologique du sol, indispensable à sa fertilité. Elle intervient dans le développement des microorganismes responsables, notamment de la mise à disposition de l'azote sous une forme utilisable par la vigne (nitrification).



Or l'azote est un élément essentiel de la fermentation des moûts. Si les œnologues peuvent facilement pallier une carence, ils ne peuvent que modérément corriger les défauts d'une vendange issue d'une vigne trop vigoureuse pouvant parfois manquer de maturité. La MO doit être appréciée par rapport au potentiel de vigueur de la parcelle, en relation avec le couple cépage/porte-greffe.

Des éléments autres que l'azote vont entrer dans la composition de la vendange et donner au vin ses qualités organoleptiques.

Deux exemples :
- l'acidité des vins est conditionnée par celle des moûts. Cette acidité dépend elle-même de la neutralisation par le potassium des acides organiques présents dans la baie de raisin, et dans une moindre mesure par le calcium et le magnésium,

- la réduction de l'apport d'eau en phase de véraison et de maturation de la baie favorisent aussi l'accumulation des sucres et le développement des arômes.

Là aussi, les matières organiques du sol ont un rôle à jouer.

En contribuant au développement de la rhizosphère, les matières organiques stimulent des échanges minéraux entre les radicelles de la vigne et l'eau du sol. Elles sont également très impliquées dans la régulation hydrique de la parcelle et soulagent la vigne pendant les épisodes estivaux très secs.
Outre ces effets sur le métabolisme du végétal, les chercheurs s'intéressent depuis quelques années à la relation entre la matière organique et la dynamique du cuivre dans les sols viticoles. Leurs travaux montrent que la matière organique semble modifier les mécanismes de transfert du cuivre dans le sol en raison de la forte affinité de cet élément pour les matières organiques. La biodisponibilité du cuivre et son impact sur l'environnement s'en trouveraient modifiés.

Si, faire un bon vin c'est avant tout produire un raisin de qualité, il est certain que la matière organique intervient dans l'expression des potentialités du terroir. Mais les interactions entre association cépage/porte-greffe, climat, sol, techniques d'entretien du sol, etc … sont délicates à interpréter et nécessitent des analyses et l'expérience de spécialistes des sols, de la nutrition et de la vigne.

Améliorer la qualité du raisin ne signifie pas " standardiser le vin " ; le terroir, le matériel végétal et le savoir faire des hommes de la vigne et du vin joueront toujours un rôle essentiel afin d'offrir au dégustateur une panoplie infinie de saveurs.



Les sols salés

Publié le 22 décembre 2010

Les sols des marais de l'Ouest (de Saint-Nazaire au Médoc) représentent une superficie de 250 000 ha. Ils trouvent leur origine dans des dépôts marins dont la teneur en calcaire varie avec l'origine des sédiments : rivière, plateau continental,…

Les caractéristiques de ces sols (teneurs élevées en argile et en matière organique, calcaire, salinité, sodicité) rendent leur exploitation complexe. En effet, bien que chimiquement fertiles, l'aptitude agronomique de ces sols est principalement déterminée par leur stabilité structurale. Cette dernière est fonction des teneurs en calcaire, matière organique et sodium. Les deux premiers paramètres auront une action favorable sur la stabilité structurale. A contrario, la sodicité entraînera des problèmes de structure qui peuvent, s'ils sont mal maîtrisés, rendre un sol impropre à la culture, en dehors de prairies peu productives.

La maîtrise de la salinité est l'autre problème majeur rencontré dans les marais de l'Ouest. La salinité se traduit, au départ, par un rabougrissement du végétal et une diminution des rendements, puis, dans les cas extrêmes, elle conduit à des flétrissements, nécroses et mortalités. Dans un premier temps, ce phénomène s'explique par une concurrence nutritionnelle entre éléments minéraux au niveau de la rhizosphère (l'excès de sodium bloquant le calcium par exemple) ; dans les cas graves les problèmes deviennent hydriques, puis physiques (l'excès de concentration minérale de la solution du sol ne permettant plus à l'eau d'entrer, par osmose, dans les racines et allant même jusqu'à les dégrader).

La première opération à réaliser, indispensable à la valorisation de ce type de sols, est la mise en place d'un drainage adapté. Ensuite, un gypsage approprié, des modes de conduite adaptés (nature des engrais, fractionnement...) et le choix d'espèces tolérantes contribuent à contrôler les problèmes de sodicité.

L'INRA de Saint-Laurent-de-la-Prée a travaillé dans les années 70-80 à la mise en valeur agricole de ces terres, jusque là inexploitées.

Le laboratoire LCA a participé à ces travaux en mettant au point une méthode d'extraction spécifique. En effet la méthodologie classique pour l'extraction de bases échangeables ne peut être appliquée sur ce type de sol. Notre protocole permet de caractériser ces terres salées (CEC dérivée de la méthode Metson, sodium soluble et total, rapport Na/CEC, cations strictement échangeables). Cette caractérisation précise permettra à l'agriculteur d'adapter ses pratiques culturales aux spécificités de ses parcelles.

A noter également que l'excès de salinité est un des problèmes majeurs de développement des cultures dans de nombreux pays (Magreb, par exemple), soit en raison de sols naturellement salins, soit en conséquence de cultures trop intensives sur des sol fragiles .

Définitions :
Salinité *= présence de sels, en général sodium et chlorure, mais aussi magnésium et potassium, dans la solution du sol ; la salinité est évaluée au laboratoire par la conductivité électrique (extraction 1/5 selon NF ISO 11265) ; elle peut avoir pour origine une inondation par de l'eau salée, récente ou ancienne, ou une présence de dépôts salés fossiles.*
Sodicité *= fixation dominante de sodium sur le complexe argilo-humique ; la sodicité est évaluée au laboratoire par le rapport Na échangeable / CEC ; elle est responsable sur le long terme des problèmes de structures (dispersion des argiles, prise en masse du sol) ; on peut agir sur la sodicité par gypsage.*
Gypsage *= apport de gypse (sulfate de calcium) sur un marais sodique pour faire baisser la quantité de sodium fixée sur le complexe argilo-humique ; le calcium apporté prendra sur le complexe la place du sodium, qui, se retrouvant en solution, sera évacué grâce aux pluies par lessivage ou drainage (nécessité impérative d'être en période pluvieuse, automne par exemple, et d'avoir une parcelle drainée).*

Engrais Foliaires : mythe ou réalité ?

Publié le 16 décembre 2010

Le plus difficile, lorsque l'on aborde le sujet de la nutrition minérale foliaire du végétal, est de faire la part entre les actes de foi et les connaissances scientifiques.

On peut cependant essayer de classer les apports minéraux foliaires en trois groupes d'action :

- Action de Correction : cela concerne surtout les oligo-éléments. Dans ce cas, la quantité de minéral apporté est pondéralement significative par rapport aux faibles besoins de la plante et l'on comprend que, même passivement, il puisse y avoir une efficacité. A noter que le fer est un des éléments dont la réponse est la plus faible quand il est apporté par voie foliaire.

- Action Mécanique : il ne s'agit pas ici d'une action de nutrition au sens strict. L'élément minéral apporté ne pénètre pas dans les voies nutritionnelles, mais, en saturant les tissus externes des organes, va avoir une action de protection, de régulation de la respiration ou de réorientation temporaire des flux nutritionnels. C'est dans ce groupe que l'on peut classer le calcium.

- Action de Soutien (de stimulation, de résistance aux stress, …) : elle concerne essentiellement l'azote, avec possibilité d'intégration dans le végétal de certaines formes (surtout l'urée, en prenant garde à la toxicité des biurets). En période de reprise végétative ou de difficultés climatiques, cela aide à soutenir le végétal en maintenant son fonctionnement, voire en stimulant l'activité radiculaire.

Quelques bases doivent être rappelées :

- La voie foliaire n'est pas un axe " normal " de nutrition. Que la pénétration se fasse par la cuticule, les stomates ou les trichomes, elle n'est jamais facile et donc jamais dénuée de risque d'agressivité vis-à-vis de la plante. Il n'existe pas de produit à innocuité totale.
- Pour optimiser l'efficacité, on ne mélange pas des éléments minéraux antagonistes (potassium et calcium ou magnésium et manganèse, par exemple). Les éléments apportés seuls sont toujours plus efficaces (à l'exception de l'azote qui favorise la pénétration et le transfert des autres éléments).



- Les apports foliaires ne se raisonnent pas en concentration. Au contraire, l'efficacité diminue rapidement quand la concentration de l'apport augmente (les risques de phytotoxicité augmentant également).
- Seules les feuilles adultes, mais non sénescentes, permettent la translocation (transfert vers les autres parties du végétal). Les feuilles jeunes sont consommatrices et ne permettent pas ce phénomène ; par contre, les engrais y pénètrent plus facilement.
- Les taux d'absorption et de transfert, s'il y a lieu, diffèrent sensiblement selon la forme chimique apportée. Les " sur-pénétrations " sont plus à craindre que la non efficacité.
- Certaines espèces réagissent de façon spécifique à tel ou tel élément minéral (maïs ou abricotier par exemple). Il est important de vérifier, avant emploi, que le produit a bien été testé sur la culture concernée.

Les apports minéraux foliaires ne remplacent pas la nutrition racinaire. Ils sont à considérer comme des outils complémentaires pour répondre à des situations particulières (tassement du sol, blocage de l'élément, stress climatique ou végétatif, …).

Leur efficacité est liée à de très nombreux facteurs (humidité, température, luminosité, stade physiologique, formes chimiques, surfactants, mouillants, chélatants, …) qui la rendent souvent imprévisible.



Subtile et capricieuse : la Truffe

Publié le 1 septembre 2011



Capricieuse la truffe ? Certes elle sait se faire attendre… Pour autant, elle n'apparaît jamais au hasard : au LCA, depuis plus de 20 ans, nous réalisons des analyses de terre afin de quantifier le potentiel écologique d'un sol pour la production de ce champignon spécifique, bien connu des gastronomes.

En effet, de même qu'en viticulture les analyses de terre permettent de déterminer, en association avec d'autres facteurs le porte greffe le plus adapté à une parcelle, elles permettent également de diagnostiquer le potentiel truffier d'un sol, de dire si la truffe peut y fructifier, et plus précisément quelle espèce de truffe est adaptée.
Il est important de noter que les méthodes utilisées sont spécifiques pour certaines et qu'une bonne interprétation des résultats est essentielle.
La truffe est un champignon hypogé (1) , qui accomplit une partie de son cycle en symbiose avec un arbre (chêne, noisetier, pin noir, charme, tilleul, etc..), mais qui devient autonome dès juin.
Il est donc essentiel qu'elle soit alors dans un milieu propice à son développement pour que la truffette puisse s'alimenter et grossir afin d'être cavée (2) entre la fin de l'automne et le milieu de l'hiver.

Fragile équilibre, divine récompense

Les éléments les plus importants pour que la truffe puisse fructifier et produire cette rabasse (3) si prisée sont les suivants :

> une structure grumeleuse, aérée, facilitant la circulation de l'eau et de l'air ; une structure compacte pourrait conduire à l'asphyxie du champignon et à la pourriture du divin tubercule… Au laboratoire, cette structure est appréciée directement par observation visuelle, ou indirectement à travers des résultats analytiques tels que la texture (teneurs en argiles, limons et sables), les teneurs en calcaire, matière organique et le C/N,

> une teneur en calcaire au moins égale à 1%, et un pH de l'ordre de 7,9 idéalement, mais au moins égal à 7,4 ; en effet Tuber Melanosporum (4) et Tuber Uncinatum (5) sont inféodés aux sols calcaires pour fructifier,

> une matière organique :
- en quantité suffisante, l'idéal étant une teneur supérieure à 2%, et adaptée à l'espèce de truffe en terme de qualité, appréciée par le C/N, l'idéal étant entre 9 et 11 pour la truffe du Périgord et entre 7 et 15 pour la truffe de Bourgogne.

D'autres éléments jouent également un rôle important et sont souvent négligés à tort (phosphore, potassium, magnésium, capacité de rétention en eau, etc..).

Comme souvent en écologie, ces éléments doivent être appréhendés dans leur globalité pour porter un diagnostic, et non isolément. Dans certains cas il est possible de remédier à une caractéristique défectueuse, et dans d'autres cas il faut modifier le projet pour s'orienter vers une autre espèce de truffe, un autre champignon, ou une autre production.

D'autres facteurs écologiques sont également importants : orientation de la parcelle, climat (pluviométrie, température), passé cultural, entretien de la plantation, etc... Rien ne doit être négligé.

Il faut préciser que contrairement à beaucoup d'autres cultures, la trufficulture n'a pas de résultat garanti ; au-delà du délai de carence habituel de 3 à 10 ans avant la première récolte, il arrive que la première truffe se fasse attendre … indéfiniment. C'est pourquoi l'on parle encore du « miracle du diamant noir ».
Pour mettre toutes les chances de son côté, une analyse de terre est un outil précieux en trufficulture.
Le référentiel utilisé par LCA a été établi par l'INRA (INRA de Bordeaux et de Clermont Ferrand). Il fait autorité dans le monde trufficole, et le LCA reçoit des échantillons de terre de toute la France, mais aussi de beaucoup d'autres régions du Monde (Amériques, Océanie, Europe de l'Est, Asie, Afrique).


Une truffière en Périgord

Le début de l'automne est la bonne période pour réaliser ces analyses. N'hésitez pas à nous contacter !

Lexique
1) Hypogé : Se dit des végétaux ou organes végétaux qui restent en permanence sous la surface du sol (cotylédons de nombreuses espèces, truffes, etc.). Dictionnaire Larousse
(2) Caver : action de rechercher les truffes. Vient du nom d'un instrument, le « cavadou », servant à déterrer les truffes.
(3) Rabasse : désigne la truffe en Provençal
(4) Tuber Melanosporum : dite du Périgord, du Tricastin, de Norcia, ou Rabasse en Provençal.
(5) Tuber Uncinatum : dite truffe de Bourgogne de Champagne, truffe grise ou truffe de Haute-Marne



CHOIX DU PORTE-GREFFE : UN ART ET DES MÉTHODES

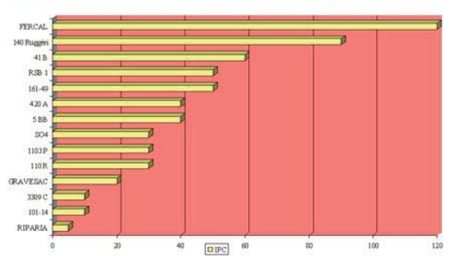
Publié le 22 septembre 2011

Le greffage de la vigne a pour origine la lutte contre le Phylloxéra et a permis de sauver le vignoble français à la fin du XIXème siècle. La technique consiste à associer deux fragments de végétaux : un porte-greffe apportant le système racinaire, et un greffon apportant les caractéristiques aériennes.
Le choix de l'association porte greffe / greffon dépasse maintenant la simple protection sanitaire. En effet, le porte greffe, formant les racines de la vigne, va permettre d'exprimer les potentialités d'un terroir et en particulier l'influence du sol sur la typicité, l'originalité, la richesse et la finesse d'un vin.
Il assure le niveau et la qualité de l'alimentation minérale et hydrique de la souche par son système radiculaire avec une grande variabilité, selon les variétés, d'adaptation aux contraintes des sols et aux objectifs de production.

L'analyse de terre, sol et sous-sol, est un outil indispensable au choix du porte-greffe d'un point de vue technique mais aussi pour sécuriser l'investissement important que représente une nouvelle plantation. Dans la majorité des cas, il sera utile de la compléter par une observation visuelle du sol (profil pédologique) notamment pour apprécier la profondeur exploitable du sol et bien connaître le sol aussi dans sa dimension verticale.

Les critères agronomiques d'abord …

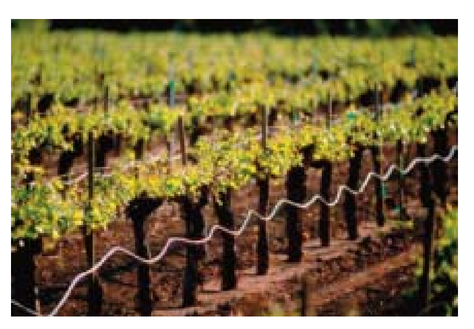
> Niveau en calcaire et pouvoir chlorosant du sol :
Les risques de chlorose et de perturbation de la nutrition par des pH trop élevés ou une saturation du sol en calcium sont certainement les critères les plus déterminants pour le choix du porte-greffe.
Une analyse du sol et du sous-sol permet de calculer l'Indice de Pouvoir Chlorosant (IPC) des sols calcaires. Cet indice résulte d'un rapport entre la proportion de calcaire actif et le fer facilement assimilable par la plante présent dans le sol. Chaque porte-greffe est caractérisé par une résistance à la chlorose ferrique spécifique. Cette résistance théorique peut être influencée par des facteurs climatiques (pluviométrie, alternances climatiques, températures …), par des caractéristiques structurales du sol (porosité, asphyxies…) et l'état végétatif de la vigne.



> Sensibilité à la sécheresse du sol :
Avec les évolutions climatiques, ce critère prend de plus en plus d'importance dans le choix d'un porte-greffe. La prise en compte du potentiel hydrique du sol est essentielle.
Certains sols se dessèchent fortement en été. Les causes de ces dessications peuvent être de plusieurs ordres :

- une texture grossière, une pauvreté en matière organique, une forte présence de cailloux (refus) et donc une Capacité d'Echange Cationique très faible (CEC inférieure à 3 Cmol+/kg de terre fine) : ces conditions confèrent une très faible capacité de rétention en eau du sol. Certains porte-greffes apportent toutefois une résistance supérieure de la vigne dans ces sols pauvres et secs (3309C ou R110 par exemple). Le R110 est aussi utilisable lorsque de la roche calcaire limite l'enracinement à faible profondeur, même si l'horizon superficiel (30 à 40 cm) est argilo-calcaire. Attention toutefois à la compatibilité cépage / porte-greffe.

- la présence d'un horizon imperméable en sous-sol (veine d'argile, présence d'alios,…) sous un horizon de surface de fertilité normale. Il convient alors souvent de réaliser des améliorations physiques et mécaniques du sol, comme des décompactages profonds. Grâce à ces interventions, l'eau pourra recirculer normalement (remontées capillaires en été) et le système racinaire de la future vigne pourra s'installer correctement. L'utilisation de porte-greffes résistants à la sécheresse n'est alors pas forcément nécessaire



> Qualité de ressuyage du sol :
La vigne doit être plantée dans des sols sains, se ressuyant correctement. Si certains porte-greffes sont plus sensibles que d'autres à l'excès d'eau, les racines ont besoin de respirer pour assurer l'alimentation hydrique et minérale du végétal. Pour cette raison, dans une parcelle qui présente des problèmes d'hydromorphie, il sera préférable d'utiliser du Fercal plutôt que du 420A ou du 161-49, même si l'IPC est moyen ou élevé.

Aussi, même si l'IPC n'est pas très élevé, dans une parcelle qui présente des problèmes d'hydromorphie, il sera préférable d'utiliser du Fercal plutôt que du 420A ou du 161-49

> Fertilité du sol :
- D'après R. MOREL (1989) la fertilité d'un sol est la *« facilité avec laquelle la racine peut bénéficier dans ce sol des différents facteurs de croissance : chaleur, eau, éléments chimiques nécessaires à la plante, substances organiques de croissance ».*
- La fertilité est donc la résultante de différents vecteurs (physiques, mécaniques, chimiques, biologiques) dont les composantes sont difficiles à apprécier séparément. L'analyse du sol tente de les approcher … et y parvient partiellement. Elle confère une certaine vision de la fertilité du sol, que l'on peut relier aux classements des porte-greffes selon la vigueur conférée.

… mais pas de recette miracle

Il est souvent délicat de trouver le juste équilibre entre le potentiel du sol et la vigueur de la vigne, c'est-à-dire d'adapter le porte-greffe à la fertilité supposée du sol. Ce choix doit être, au départ, réfléchi en fonction des objectifs de production et de commercialisation : volume, type de vin, qualité…
D'une façon générale, on aura donc tendance à conseiller « des porte-greffes plus poussants sur les sols poussifs, et des porte-greffes plus poussifs sur les sols poussants !».
Le choix du porte-greffe devrait tendre, dans une certaine mesure, à compenser les facteurs limitants du sol. Toutefois, ces compensations ont leurs limites et tous les sols ne permettent pas la culture de la vigne.

Enfin le choix du porte-greffe ne peut pas reposer uniquement sur les caractéristiques du sol. Il sera également conditionné par :

- ***le cépage associé*** : par exemple, pour ceux qui présentent un cycle végétatif long, on utilisera de préférence des porte-greffes à cycle végétatif court.
- ***le climat :*** par exemple, dans les zones gélives on aura tendance à utiliser des porte-greffes permettant des débourrements plus tardifs.
- ***le couple porte-greffe / cépage***, en termes de disponibilité et de cohérence (compatibilité). A ce niveau, il est important de souligner le rôle primordial du pépiniériste dans le développement viticole : qualité du matériel végétal, conseils, accompagnement…

Pour résumer, un choix raisonné de porte-greffe nécessite :

- Des références sur le comportement des porte-greffes et des cépages cultivés dans la région
- Une bonne connaissance analytique et visuelle du sol et sous-sol
- La prise en compte des facteurs édaphiques
- La prise en compte des objectifs de production
- Le choix du porte-greffe et du cépage associé résulte toujours d'un compromis, parfois difficile, mais reste l'élément clé de la réussite d'une plantation.



Gros plan sur le prélèvement en vigne

Publié le 24 juin 2011

A l'image d'une photographie, l'analyse révèle l'état du « sujet », échantillon de terre ou organe végétal, au moment où il a été prélevé. Pratiquement, un résultat d'analyse ne reflète donc que le prélèvement.
Comment passer de l'échelle de la parcelle (4 500 000 kg / ha sur l'horizon 0-30 cm), à un échantillon de terre de 500 grammes envoyé au laboratoire… Au-delà du prélèvement, le résultat d'analyse doit être le reflet exact de la parcelle. On mesure bien toute la difficulté de l'entreprise qui repose évidemment sur un échantillonnage de qualité. La méthodologie du prélèvement doit donc être rigoureusement respectée et s'adapter à la nature de l'échantillon comme à la variabilité spatiale dans la parcelle (hétérogénéité du sol, effets de bordure, rang / inter-rang des cultures pérennes, …). Rappelons quelques principes de base pour réussir cette étape fondamentale de l'analyse.

Zoom sur la Vigne

Les diverses analyses effectuées dans le cadre du suivi des vignobles illustrent bien les différentes approches possibles de l'analyse et par conséquent du prélèvement. Ces approches complémentaires répondent à des attentes bien identifiées :
> analyse de la terre : pour évaluer le potentiel du sol et connaître la quantité des éléments minéraux présents ;
> analyses foliaires ou pétiolaires, analyses de baies, ou analyses de sarments pour apprécier la réponse du végétal aux conditions édaphiques.

Prélèvements de Terre

On attend d'une analyse de terre qu'elle permette d'évaluer le potentiel minéral et organique de la parcelle, et qu'elle mette en évidence les différentes contraintes de fonctionnement racinaire.
Les prélèvements se font à l'aide d'une tarière manuelle de type « Edelmann » ou à l'aide d'une bêche (pour l'horizon 0-30 cm).
Il est dangereux de prétendre obtenir un prélèvement représentatif en arpentant toute la parcelle et en réalisant les prélèvements élémentaires de manière aléatoire. Une petite zone calcaire peut complètement fausser l'analyse, qui n'est plus reproductible dans le temps. Et le palissage rend la circulation dans la parcelle difficile. Depuis plus de 10 ans, on privilégie le prélèvement sur une zone la plus homogène possible, avec repérage GPS ou graphique (plan) : l'analyse est représentative de cette zone, et le suivi dans le temps devient possible. Ces informations sont à conserver précieusement.
La stratégie de prélèvement va être différente si la vigne est déjà en place ou si, au contraire, il s'agit d'une analyse en vue d'une plantation.

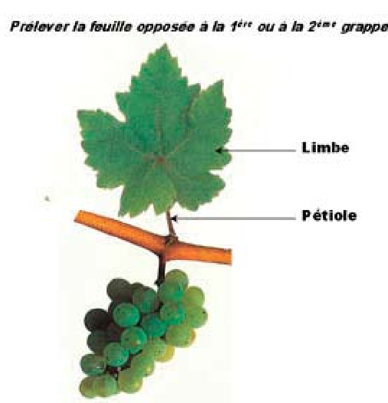
> Vigne en place :
la zone de prélèvement ayant été choisie, le plus souvent à un endroit représentatif de la parcelle, on sélectionne 4 rangs distants d'environ 5 mètres. On réalise ensuite 4 prélèvements sur chacun de ces rangs, tous les 5 mètres, sur le cavaillon. Le premier centimètre est supprimé avec la couverture herbeuse. La profondeur standard du prélèvement est de 30 cm. Les différents sondages sont mélangés pour constituer l'échantillon final de 400 à 800 grammes.

> Future plantation :
la méthodologie de prélèvement est, dans ce cas, identique à celle utilisée pour les prélèvements en grande culture. Sur un certain nombre de terroirs, il est important de compléter l'analyse de sol par une analyse de sous-sol, correspondant à l'horizon 30-60cm (à moduler en fonction de la profondeur du sol utile). Les informations données par l'analyse du sous-sol, comme la détermination de l'Indice du Pouvoir Chlorosant (IPC), sont fondamentales dans le choix du porte-greffe.

Le prélèvement de sol sera toujours mieux valorisé s'il est effectué conjointement à un profil cultural ou pédologique qui donnera des renseignements précieux sur la structure, l'aération, les zones de tassement non décelables sur l'analyse de terre. La réalisation d'un profil devient particulièrement recommandée s'il s'agit d'une analyse pour plantation.

Prélèvements Foliaires

Ici l'objectif est d'apprécier l'état nutritionnel de la plante à un stade donné, dans le contexte pédo-climatique de l'année.



- A l'échelle de la parcelle, on choisira 6 à 10 rangs dans une zone homogène et représentative du comportement général de la parcelle (dans la même zone que l'échantillon de terre) en indiquant les coordonnées GPS ou en repérant cette zone sur un plan de localisation.
- Le prélèvement se fera sur 5 souches minimum par rang et la feuille récoltée doit être celle qui se trouve à l'opposé d'une grappe (grappe inférieure).
- L'échantillon global devra être constitué de 30 à 50 feuilles entières (limbe + pétiole), à partir de souches d'un même assemblage cépage – porte-greffe.

Conventionnellement, les échantillons sont récoltés à deux grands stades physiologiques de la vigne :
- Fin floraison - début nouaison (chute des capuchons floraux) pour anticiper d'éventuels carences ou déséquilibres
- A la véraison (repérable par le changement de couleur des baies) jusqu'à la récolte, période la plus utilisée pour caractériser l'état nutritionnel.

Il est possible également d'effectuer des suivis. Ceux-ci comportent en général trois prélèvements par an (floraison, véraison et maturité) pour apprécier les dynamiques de nutrition.

De même, il est parfois utile d'effectuer un prélèvement en dehors des stades décrits ci dessus, en cas de problème particulier. L'interprétation des résultats étant alors basée sur une approche comparative, il est alors utile de joindre un lot « sain » au lot « à problème ».

Prélèvements de Pétioles

L'analyse de pétioles permet d'apprécier la réponse du végétal aux conditions pédo-climatiques en ciblant les équilibres cationiques (calcium, magnésium, potassium). L'échantillon global sera composé de 50 à 100 pétioles, en veillant à constituer toujours l'échantillon à partir de souches d'un même assemblage cépage – porte-greffe.

Les périodes de prélèvement sont les mêmes que pour les analyses de feuilles.

A l'échelle de la parcelle, il faut choisir 8 rangs dans une zone homogène (toujours dans la même zone que l'échantillon de terre) et prélever sur 6 souches par rang, choisies au hasard, pour avoir un échantillon représentatif.

Comme pour les foliaires, il faut prélever la feuille à l'opposé d'une grappe et surtout séparer immédiatement le pétiole du limbe afin d'éviter des migrations, entre pétiole et limbe, qui modifieraient les teneurs du pétiole et donc fausseraient les résultats. L'analyse pétiolaire est très fréquemment employée au stade mi-véraison.



> Suite article «Gros plan sur le prélèvement en vigne»

Prélèvements de Baies

En fonction de la période du prélèvement, l'analyse de baies répond des objectifs distincts :

- apprécier la composition minérale des baies (prélèvement de début d'été) ;
- apprécier la qualité de la vendange (prélèvement tardif) et la maturité.

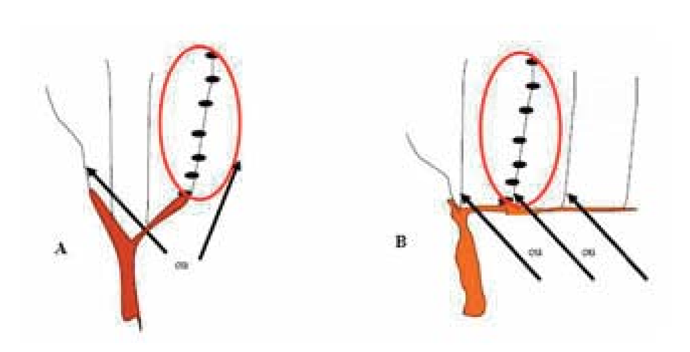
Les laboratoires d'agronomie sont surtout concernés par les prélèvements précoces. La méthodologie de prélèvement est proche de celle des feuilles mais l'échantillon est constitué de grappillons de 3 à 10 baies.

Prélèvements de Sarments

L'analyse de sarments est utile pour apprécier la qualité de mise en réserve minérale et organique.

Le prélèvement de sarments se fait en période de repos hivernal et consiste à prélever 30 portions de sarments sur 30 souches différentes par parcelle homogène non taillée en choisissant des rameaux fructifères et aoûtés.

Il faut prendre uniquement les 6 premiers entre-nœuds de la base, sur le second rameau du courson pour une taille courte (schéma A) ou sur l'un des trois premiers rameaux de la latte pour une taille longue (schéma B).

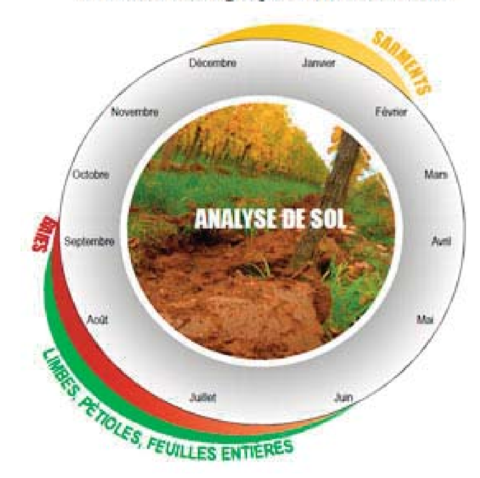


Prélèvements de plantes malades

L'analyse peut permettre de diagnostiquer ou de confirmer des atteintes parasitaires. Dans ce type d'approche, et lorsque cela est matériellement possible, il est préférable de prélever des plantes entières.

- Au stade véraison pour la vigne, mais ce stade peut être, sans incidence notable, légèrement dépassé ;
- Faire parvenir au laboratoire des plantes malades (3 à 5 plantes présentant différents stades d'évolution), et des plantes saines (2 à 3 plantes) ;
- Pour une plante entière, éliminer la terre des racines par agitation (ne pas laver la plante) ;
- Pour certaines analyses (contrôles virologiques par exemple), il est possible de prélever des organes ou fragments d'organes (feuilles, tiges, racines).

Les outils analytiques en viticulture



Approche globale pour le suivi nutritionnel

Pour apprécier la nutrition de la vigne en terme de dynamique, il convient de s'appuyer sur les différents outils analytiques à notre disposition.

L'analyse de sol est indispensable pour interpréter les analyses de végétaux et reste donc à la base du raisonnement. Dans le cadre du suivi particulier d'une parcelle ou d'une étude approfondie, il est intéressant d'effectuer plusieurs prélèvements sur la même année pour mieux comprendre la réponse du végétal sur les différents stades physiologiques. On peut effectuer un suivi foliaire ou pétiolaire (voir ci dessus) ou introduire les analyses de baies et de sarments selon l'objectif : par exemple : analyse foliaire fin floraison (pour apprécier l'état végétatif), analyse de baie mi juillet (pour apprécier la production) et analyse de sarments en début d'hiver (pour apprécier la mise en réserve et la préparation de l'année suivante).

Quel que soit le type d'analyse, pour une interprétation adaptée aux objectifs et aux attentes, il est essentiel également de bien remplir la fiche de renseignements. Le laboratoire aura besoin notamment de connaître la date de prélèvement, la proportion de refus (cailloux) pour les analyses de sol ou l'état végétatif et les objectifs de production pour les analyses végétales, afin de fournir un conseil adapté.

tous les protocoles détaillés sont disponibles dans notre Guide des Prélèvements, téléchargeable sur notre site

Les conditions de conditionnement et de transport peuvent être spécifiques pour certaines analyses, n'hésitez pas à nous contacter !



L'en-vert du décor

Publié le 15 septembre 2011



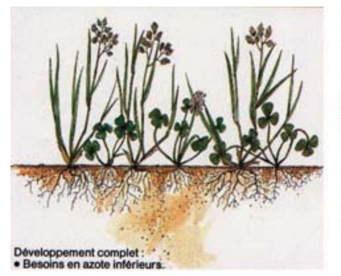
Qu'y a-t-il de commun entre un parterre de fleurs sur un rond-point urbain, et le Stade de France ?
Ce sont des espaces verts ! On comprend tout de suite la grande diversité qu'il peut y avoir, tant en terme d'espèces cultivées, que de conduite pour ces terrains aux usages différents.

On distingue quatre grands types d'espaces verts :
- des terrains engazonnés, ou plantés d'arbres et/ou d'arbustes, conduits de manière extensive, et se rapprochant un peu des prairies ou des forêts (rough, parc et jardin, plaine de jeux, ...)
- des terrains engazonnés conduits de manière plus intensive (fairway, terrain de sport honneur et entraînement, hippodrome, ...)
- des terrains engazonnés, de peu à totalement artificialisés (green et départ de golf, terrains de sports intensifs, ...)
- des espaces plantés de fleurs, d'arbustes et d'arbres

Selon l'utilisation de l'espace, les attentes seront très différentes : on n'aura pas les mêmes exigences en matière de couleur ou de qualité de surface pour un stade, un green de golf ou une pelouse devant un supermarché.

Une attention particulière doit être apportée au moment de la création de ces espaces. Des précautions sont à prendre, en lien avec les contraintes spécifiques liées à leur exploitation : une fois en place, il est en effet difficile d'intervenir pour retourner un green ou un terrain de sport à cause d'un problème d'asphyxie, qui aurait pu être géré lors de la mise en place avec une bonne connaissance du sol.

Par la suite, le mode de gestion intensif de ces espaces a des conséquences sur leur développement racinaire et leur sensibilité aux différents stress.



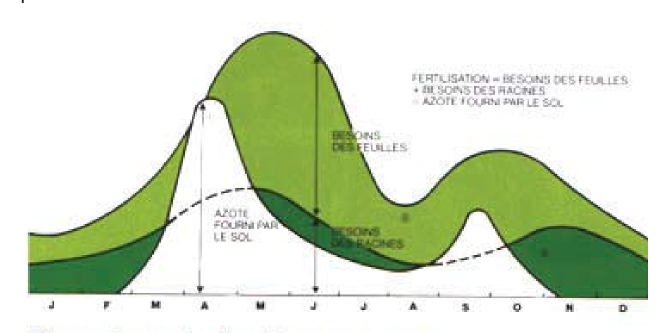


Prairie naturelle versus Gazon

En fonction du niveau d'artificialisation et d'intensification, les pratiques de fertilisation selon adaptées.

Même s'il existe des engrais « techniques » (azote retard, libération contrôlée dans le temps des éléments, ...) pour ces espaces, la gestion de la fertilisation reste délicate, d'autant plus que le terrain est artificialisé. On peut également utiliser une fertilisation à base d'amendements organiques pour satisfaire les attentes des utilisateurs.

Il faut également prendre en compte l'irrigation qui va souvent de pair avec une pelouse verte toute l'année. Le positionnement et le fractionnement de l'apport azoté est capital et doit être raisonné à partir de la dynamique de l'azote dans le sol. Sur les pelouses irriguées, compte-tenu des tontes et du maintien de conditions favorables à la minéralisation dans le sol, cette gestion est particulièrement délicate.



Dynamique de l'azote sous gazon

Tous ces végétaux, développés sur des substrats, nécessitent donc un suivi régulier. En fonction des besoins et des problèmes rencontrés, on pourra s'appuyer sur différents outils disponibles au laboratoire :

- analyse physique : à la mise en place, ou lors de la reprise en entretien d'un espace, pour vérifier l'adaptation du terrain aux contraintes hydriques notamment ;
- analyses chimiques : le statut acido-basique permet de vérifier que le pH est adapté aux espèces en place ou envisagées ; l'analyse des éléments assimilables et échangeables (phosphore, potassium, magnésium) permet d'établir un plan de fertilisation ; l'analyse des oligo-éléments permet d'identifier des risques de carence, particulièrement en sol calcaire ;
- analyses de conformité : vérifier que sa terre végétale est conforme à la norme NF U44-551 ;
- analyses biologiques : toute une gamme d'analyses permet de mieux comprendre le fonctionnement de son sol, du fractionnement de la matière organique, à la cinétique de minéralisation carbone et azote, en passant par la mesure de biomasse microbienne et le dosage de leur activité hydrolitique
Lire article sur la biomasse
- analyses d'eau : vérifier que son eau est adaptée à l'irrigation (notamment en terme de salinité) ;
- analyses de végétaux : suivi de croissance, identification d'accidents de végétation, phytodiagnostic

Note / Remarque : LCA propose une gamme complète d'analyses pour vos espaces verts et ses agronomes sont à votre disposition pour réaliser des interprétations et des conseils.



L'Azote : la Zone ?

Publié le 13 octobre 2011

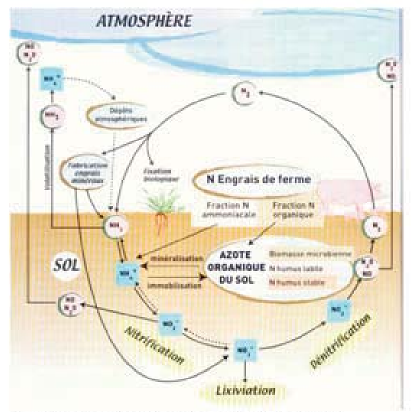


Azote organique, minéral, total, Kjeldahl… comment s'y retrouver dans toutes ces formes ? En partant du cas spécifique de l'azote uréique, dernier venu des formes à analyser dans les amendements normalisés, nous allons aborder les différentes configurations d'azote rencontrées dans les produits organiques.

« L'urée, nom que j'ai donné à une substance différente de toute autre matière animale et qui caractérise l'urine ». C'est ainsi que Antoine-François Fourcroy baptise et décrit en 1797 (1). cette forme particulière d'azote, découverte en 1773 par le chimiste français Hilaire Rouelle. Si l'urée est présente à l'état naturel dans le règne animal, celle que nous connaissons en agriculture est obtenue par synthèse (2) . Très riche en azote (46%), c'est une molécule carbonée, donc organique, dont le comportement agronomique s'apparente à celui des engrais minéraux, si les conditions d'hydrolyse sont réunies.

Le point de vue d'une racine

L'azote utile et utilisable pour la plante, est avant tout l'azote minéral dissous dans la solution du sol. L'azote est assimilé par les racines sous forme de nitrates (NO_3^-) ou, parfois, d'ions ammonium (NH_4^+). Alors pourquoi s'intéresser aux autres formes de l'azote dans le sol ou dans les produits fertilisants ? L'explication vient des possibilités de modifications biogéochimiques de cet élément dans l'environnement, connues sous le terme de « cycle de l'azote ».



Source : Fertiliser avec les engrais de ferme (Institut de l'Elevage, ITAVI, ITCF, ITP)

Les ions nitrate et ammonium proviennent de la décomposition de la matière organique dans le sol. Les molécules organiques contenant de l'azote se décomposent dans le sol sous l'action des décomposeurs (= des bactéries du sol). Cette décomposition produit de l'azote sous forme minérale (= des nitrates). Les plantes utilisent les nitrates puisés par leurs racines pour fabriquer de la matière organique azotée. Et le cycle recommence.

Mais les différentes phases du cycle ne « tournent » pas toutes à la même vitesse. Ainsi l'ammonification par minéralisation de la matière organique peut être plus rapide que la phase de nitrification.

Et l'urée ? Les racines ne sont pas capables de l'absorber directement en quantité significative. L'hydrolyse par les microorganismes du sol possédant une uréase, qui permettra sa transformation en ammonium, demande une journée à une semaine selon les conditions de température et d'humidité.

On comprend alors que mieux connaître les formes d'azote dans le sol, ou dans les fertilisants épandus, permettra de mieux apprécier la dynamique de la fourniture d'azote sous une forme utile pour la plante.

De quoi parle-t-on ?

Dans les fertilisants organiques, les formes d'azote potentiellement présentes sont nombreuses :

<u>> L'azote organique :</u> forme majoritaire, intégrée dans des molécules carbonées, apportée par les matières premières et variable selon la nature de celles-ci. Dans le contrôle réglementaire des matières fertilisantes, deux catégories sont distinguées :

*> **Azote organique non uréique :*** on peut citer l'azote contenu dans les acides aminés, fibres organiques, corps microbiens, protéines de structure, formes organiques de réserve des végétaux, polypeptides etc…

*> **Azote uréique** :* l'urée est une petite molécule organique dont la formule chimique est $CO(NH_2)_2$. Produit naturellement par de nombreux animaux, dont les mammifères, c'est un déchet issu du métabolisme des protéines et des acides aminés, et excrété dans les urines. Il ne faut pas confondre azote uréique, azote contenu dans une molécule d'urée, avec azote urique, azote contenu dans une molécule d'acide urique ($C_5H_4N_4O_3$), présent dans les selles des oiseaux ou des reptiles. Sauf adjonction d'urée, cette forme est rarement présente en quantités significatives dans les produits organiques.

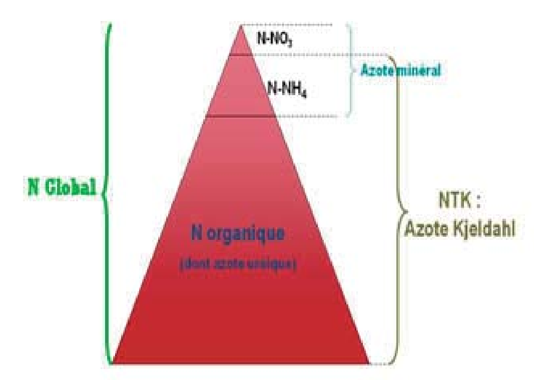
<u>> L'azote minéral :</u> dans les fertilisants, il peut se présenter sous deux formes (3).

> Azote ammoniacal, de formule chimique N-NH_4^+ : forme souvent présente mais en quantité beaucoup plus faible comparé à l'azote organique dans les produits d'origine végétale. Dans les fientes et les lisiers, au contraire, l'azote ammoniacal peut atteindre des valeurs égales voire supérieures à celles de l'azote organique.

> Azote nitrique, de formule chimique N-NO_3^- : forme souvent minoritaire dans les fertilisants organiques, de l'ordre de quelques grammes par kilogramme de produit. La situation est bien évidemment très différentes dans les engrais minéraux ou dans les amendements organiques avec ajout l'engrais minéral

Au laboratoire

Les méthodes de laboratoire ne permettent pas de séparer et de doser simplement les différentes formes. Il faut donc utiliser différentes techniques pour mesurer ou calculer les formes recherchées.



Les différentes formes d'azote au laboratoire

Les résultats issus de dosage au laboratoire, toujours mesurés sur le produit frais, sont :

> Azote Kjeldahl (NtK), qui quantifie de façon globale l'ensemble des formes d'azote organique et l'azote ammoniacal. Le dosage Kjeldahl, très répandu, ne permet pas de distinguer les différentes formes d'azotes organiques, de synthèse ou non, de l'azote ammoniacal ou de l'azote uréique.

> Azote ammoniacal

> Azote nitrique

> Azote uréique



> Suite article «L'Azote : la Zone ?»

Ces mesures permettent de calculer les formes suivantes :
> Azote organique : N organique = NtK – NNH4
> Azote organique non uréique : N organique non uréique = N organique – N uréique> Azote total ou global (NTotal) : NTotal = NtK + NNO3

Adapter la demande d'analyse en fonction du produit :

Dans la majorité des produits organiques de type fumier, lisier, fientes, boues ou composts non normalisés, le dosage de l'azote Kjeldahl, utilement complété par l'azote ammoniacal, peut suffire. La quantité d'azote organique peut ainsi être calculée, et le rapport C/N approximé.

Pour les amendements organiques normalisés, la situation est différente. La réforme et la mise à jour de la norme NF U 44-051 qui précise les dénominations, spécifications, et marquage des amendements organiques, publiée en avril 2006 par l'AFNOR, a introduit la différenciation des formes uréiques des autres formes d'azote. Ainsi, l'évolution normative des 10 dernières années conduit à rechercher toutes les formes d'azote dans les amendements organiques normalisés (NF U44-051 et Classe B de la NF U44-095).

Norganique, Norganique non uréique, NNH4, NNO3, doivent être déterminés, et NTotal doit pouvoir être calculé, de façon à vérifier que les spécifications des normes concernant l'azote sont bien satisfaites :
> NTotal < 3% du produit brut, pour tous les amendements organiques
> Rapport Matière Organique / Norganique < 40, pour les composts de MIATE uniquement
> Rapport Carbone / NTotal > 8, pour les amendements NF U44-051 uniquement
> Rapport (NNO3 + NNH4 + Nuréique) / NTotal ≤ 0,33, pour les amendements NF U44-051 sans ajout d'engrais uniquement.

La norme NF U44-051 (2006) préconise l'application de la norme NF U42-191 (1988) pour le dosage de l'azote uréique.
Celle-ci a été adaptée pour mieux répondre aux spécificités des amendements organiques.

Le laboratoire LCA propose une gamme d'analyses dédiées aux amendements organiques NF U44-051, comportant l'analyse systématique de l'azote uréique. N'hésitez pas à nous contacter pour choisir l'analyse adaptée à votre produit.

(1) FOURCROY, Conn. Chim. T.1, p CLXIV
(2) La première synthèse chimique de l'urée a été réussie en 1828 par Friedrich Wöhler
(3) Expression des résultats : l'azote ammoniacal exprimé sous la forme N-NH4 représente la part de l'élément azote N, contenu dans l'ammonium NH4+ . L'azote nitrique N-NO3- représente la part de l'élément azote N, contenu dans les nitrates NO3-. Pour additionner ou soustraire les différentes formes d'azote présentes dans un produit, il est nécessaire de comparer les résultats exprimés en élément N.

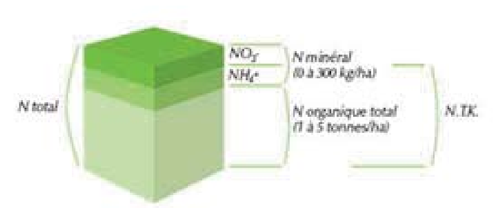
LES RELIQUES DE L'AZOTE

Publié le 8 décembre 2011

Après un automne marqué par la douceur des températures, on s'interroge sur les quantités d'azote encore présentes dans le sol avant l'arrivée des précipitations hivernales… Couplées au climat des prochaines semaines, elles vont conditionner l'offre du sol en azote disponible à la reprise de la végétation, en sortie d'hiver. Dans l'intervalle, l'azote non utilisé risque de se retrouver hors d'atteinte des racines des cultures suivantes. Perdu pour les cultures, il peut se retrouver dans les nappes phréatiques.

Ne pas confondre…

Un sol agricole moyen contient de l'ordre de 2 à 10 tonnes d'azote total par hectare, dans son horizon de surface (1) . Ce chiffre ne doit pas être confondu avec l'azote minéral, sous forme ammoniacale et nitrique, qui se situe plutôt entre 0 et 300 kg/ha. Seule la quantification de ces formes minérales, sur toute la profondeur exploitable par les racines, permet d'évaluer l'offre du sol en azote disponible pour les cultures (lorsqu'elles sont présentes) ou les risques de pollution à un moment précis. Cette mesure, connue sous le nom de « reliquat azoté » contribue à l'ajustement du niveau de fertilisation azotée sur les cultures d'hiver et de printemps. Contrairement à la mesure de l'azote total du sol, qui évolue lentement, la quantité d'azote minéral est susceptible de varier fortement dans l'année pour un sol donné. Ainsi le reliquat azoté en sortie d'hiver va être sensible au niveau des précipitations hivernales, aux pratiques de fertilisation organique et minérale sur la parcelle, et à la présence ou non d'une culture intermédiaire. Dans une même région et pour des itinéraires techniques identiques, il va varier en fonction des types de sol.



Azote total, azote organique, azote minéral : ordres de grandeur dans un sol agricole

La mesure du reliquat azoté au laboratoire

La mesure du reliquat azoté d'un sol se fait en trois étapes. On commence par déterminer l'humidité du sol sur un échantillon dédié, puis on dose séparément l'azote nitrique et l'azote ammoniacal sur deux autres sous-échantillons, selon le schéma suivant :
- Homogénéisation de l'échantillon de sol frais.
- Mesure de l'humidité sur une partie séparée de l'échantillon.
- Extraction de l'azote minéral. Rapport d'extraction :
  o 25 g de terre fraîche.
  o 50 ml d'une solution de chlorure de potassium
- Agitation 1 heure.
- Décantation et centrifugation.
- Dosage par colorimétrie sur chaîne à flux continu.

Le laboratoire LCA, via son unité analytique Labgrisol, est agréé par le Ministère de l'Agriculture pour la mesure des reliquats azotés.

Expression des résultats

Les concentrations en azote ammoniacal et en azote nitrique sont exprimées :
En mg/kg de terre humide = "X" mg/kg
En mg/kg de terre sèche (2) =X/[1000 – H]/1000] = "Y" mg/kg
(avec H = Humidité en pour mille)

La quantité d'azote minéral disponible dans la couche de sol considérée, exprimée en kg/ha, est obtenue en additionnant N-NH4 et N-NO3 (3) et en tenant compte de la densité apparente du sol et de la profondeur prélevée, selon la formule suivante :

Y *[poids de terre fine en T / ha] / 1000

Si le prélèvement comporte plusieurs horizons, le résultat de reliquat azoté précise les quantités d'azote minéral par horizon et calcule la somme sur l'ensemble des horizons.



> Suite article «Les reliques de l'azote»

Prélèvement à la parcelle

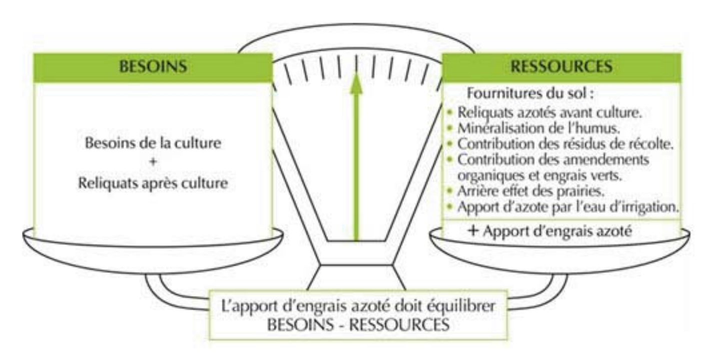
Il est conseillé de réaliser 15 points de prélèvement, en décrivant un cercle d'une dizaine de mètres de rayon, dans une zone représentative de la parcelle. En chaque point, le prélèvement s'effectue par horizon de 20 à 30 cm d'épaisseur, selon la profondeur de travail du sol (il est important, pour l'expression du résultat final en kg/ha, de préciser les profondeurs de prélèvement, ainsi que l'état de pierrosité du sol). Pour chaque horizon, les prélèvements des 15 points sont rassemblés et homogénéisés de façon à constituer un échantillon moyen de l'horizon de 300 à 500 grammes pour le laboratoire.

Il est impératif de conserver ces échantillons au froid (4 à 6°C) et de les envoyer au laboratoire dans les meilleurs délais, en glacière réfrigérée. Si les conditions de prélèvement ne permettent pas une réception de l'échantillon sous 48 heures par le laboratoire, il est préférable de congeler l'échantillon.

Rétablir l'équilibre :

Une fois l'analyse terminée, comment utiliser le résultat de reliquat azoté ? Que faire avec ces valeurs et quelle confiance leur apporter ? En effet, comme le montre le schéma ci-dessous, le chiffre ne fait pas tout, et il n'intervient que pour une part dans le bilan azoté :

Pour être valorisés, ces résultats sont soit intégrés à un logiciel de calcul de la dose d'engrais à apporter, soit intégrés aux termes de la méthode des bilans..



Un peu d'histoire

La prévision de la fertilisation azotée repose sur un bilan prévisionnel de l'azote minéral entre 2 dates : le semis de la culture (ou la mi-février pour les cultures de printemps) et la récolte. Auparavant, cette méthode était la base du modèle AZOBIL®, utilisé à grande échelle en France pour la fertilisation des cultures annuelles de plein champ. D'autres organismes ont aussi élaboré leur propre outil de raisonnement de la fertilisation (en général des logiciels), adapté à un type de production ou à un contexte particulier (par exemple, petite région caractérisée par un pédo-climat), mais la plupart de ces outils s'inspirent du raisonnement par la méthode du bilan et des références d'AZOBIL®.

AZOBIL® a été testé dans l'Est de la France, puis généralisé à l'ensemble du territoire : les situations réelles ne sont pas toujours adaptées, car les types de sol et le climat diffèrent d'une région à l'autre.

Et aujourd'hui

Le conseil de fumure (5) ne se déduit donc pas si simplement qu'on pourrait le penser et on doit parfois adapter le raisonnement en fonction des informations dont on dispose. Au LCA, 2 types de conseils sont proposés, selon le nombre d'horizons prélevés et le niveau d'information transmis :

> Interprétation FERTIAZOTE : la seule possible pour les reliquats azotés réalisés sur un seul horizon, lorsque la nature du sol ne permet pas de prélever en profondeur (cas des terres superficielles de Charente-Maritime par exemple). Elle est souple et adaptée à toutes les situations. Basée sur un système semi-expert, seuls les principaux postes du bilan sont nécessaires dans la formule de calcul. Les autres valeurs sont prises par défaut en cas d'absence de renseignement. Le type de sol, le précédent cultural, ainsi que la culture à fertiliser sont des informations obligatoires à fournir, sans quoi l'interprétation ne peut se faire.

> Interprétation par AZOFERT® (possible à partir de 2 horizons) : développé par l'INRA pour répondre à la demande croissante en matière de productions de qualité et de protection de l'environnement (4), cet outil repose sur un bilan dynamique, avec une prise en compte des réelles spécificités pédo-climatiques locales. Il simule au cours du temps la fourniture d'azote par le sol et les différentes sources organiques (résidus de la culture précédente, résidus de cultures intermédiaires, produits organiques exogènes divers).

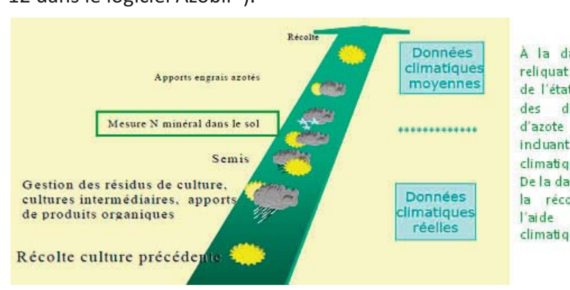
Le logiciel AZOFERT® est basé sur un bilan prévisionnel complet. On estime, avant l'apport d'engrais, tous les termes d'un bilan de l'azote minéral du sol sur la profondeur d'enracinement de la culture et sur une période couvrant le cycle de développement de cette culture.

Pour mieux comprendre

L'équation du bilan de masse s'écrit ainsi :

État final – État initial = Entrées – Sorties

Mais derrière cette formule simplifiée se cachent de nombreux paramètres, appelés « postes » : le moteur d'interprétation en fait intervenir 19 (contre 12 dans le logiciel Azobil®).



À la date de mesure du reliquat azoté : estimation de l'état de décomposition des différentes sources d'azote organique, en incluant les données climatiques réelles.
De la date de prélèvement à la récolte, estimation à l'aide des données climatiques moyennes.

Ce conseil, plus juste car il prend en compte un plus grand nombre de données en entrée, nécessite en contrepartie une « rigueur » dans le renseignement de la fiche accompagnant les échantillons.

Modèle évolutif, il autorise l'intégration de nouveaux fertilisants (produits organiques ou engrais), des types de sols particuliers et bien connus, ou encore des cultures, qui ne seraient pas au catalogue d'origine (à condition de disposer des données nécessaires au paramétrage).

(1) Valeur moyenne pour un sol à 2% de matières organiques et 3000 t/ha de terre fine.

(2) C'est sous cette dernière expression que les résultats sont généralement donnés séparément pour N-NH4 et N-NO3.

(3) N-NH4 et N-NO3 sont les abréviations conventionnelles des termes « azote ammoniacal, exprimé en N » et « azote nitrique, exprimé en N ». Il ne s'agit pas de formules chimiques.

(4) : De plus en plus de reliquats azotés sont pratiqués après récolte et, dans ce cas, n'ont pas un but de conseil de fertilisation, mais sont plutôt réalisés dans un cadre environnemental de contrôle des bonnes pratiques de fertilisation.

(5) : L'interprétation des reliquats et le calcul du conseil de fertilisation concernent principalement la grande culture et le maraîchage. Nos logiciels d'interprétation ne sont pas encore développés pour les cultures pérennes, et les travaux sont en cours à l'INRA pour les intégrer dans Azofert®



Sécheresse : quelques pistes pour réduire son impact en agriculture

Publié le 19 mai 2011

Beaucoup de régions françaises subissent actuellement des manques d'eau importants avec de graves conséquences sur le niveau des récoltes, voire sur la survie de certaines plantes. En effet, la disponibilité en eau est, avec l'oxygénation du système racinaire et la présence de dioxyde de carbone pour la photosynthèse, l'un des trois facteurs majeurs de fonctionnement et de développement des plantes cultivées. C'est que l'eau, qui constitue de 75 à 95% de la matière fraîche des organes végétaux, intervient dans la quasi totalité des fonctions vitales (structure et rigidité des organes, hydratation des cellules, transfert des éléments minéraux et des substances élaborées, main

Peut-on diminuer les effets de la sécheresse sur une culture en place ?

Le manque d'eau va limiter le développement et raccourcir la durée du cycle physiologique. Le mode de conduite devra s'adapter pour ne pas accentuer cette tendance, sans s'y opposer toutefois.

Par exemple :

- L'excès d'azote, en favorisant les phases végétatives, va augmenter la sensibilité à la sécheresse ; à l'inverse, le manque d'azote va accélérer la succession des phases physiologiques. Un point important à signaler est qu'il n'y a pas de rattrapage possible ; ainsi, si le stade physiologique d'un apport d'azote est dépassé, il est inutile, voire dangereux, de l'effectuer. En conditions sèches, il est également important de veiller à ce que les éléments minéraux qui permettent de valoriser l'efficacité de l'azote ne soient pas limitants (magnésium, fer, manganèse, soufre…).

- Le potassium a un effet contraire à l'azote (ralentissement de l'axe végétatif quand il est en excès et phases reproductives difficiles lorsqu'il est déficitaire). Par exemple, une fumure de fond excessive en potassium va pénaliser les phases végétatives ; à l'inverse, un déficit en potassium augmente l'évaporation foliaire. Dans les pays secs, la maîtrise du rapport N/K2O de la fertilisation (en niveau, mais aussi en positionnement dans le temps) est à la base de la nutrition.

- Les déficits nutritionnels en phosphore et calcium, en ne permettant pas une bonne activité racinaire et une structuration correcte du végétal, accentuent la sensibilité à la sécheresse. En conditions sèches, les rapports N/P2O5 et N/CaO de la nutrition doivent être plus faibles.

- L'accompagnement foliaire à support azoté est un moyen de maintenir une certaine activité végétative quand le système radiculaire ne fonctionne plus. De même, certains produits foliaires (à base de calcium notamment) semblent avoir un effet physique intéressant sur la limitation de la transpiration foliaire (en vigne par exemple).

- En conditions sèches, la plante sera d'autant plus sensible à tout stress supplémentaire : attaque parasitaire, utilisation de pesticides agressifs, concurrence des adventices ….

- Il est également important de noter, pour les producteurs qui disposent d'un système d'irrigation, que les manques d'eau les plus dangereux sont ceux de début de cycle. Ils vont directement impacter la germination et l'implantation des racines des plantes annuelles et, pour les plantes pérennes, la production de l'année mais aussi le potentiel des années suivantes.

Pour les cultures irriguées, l'excès d'eau peut aussi être néfaste. En chassant l'oxygène du sol, l'eau apportée en excès va arrêter temporairement le fonctionnement des racines, voire même les dégrader. Ce phénomène est souvent un facteur aggravant les effets de la sécheresse. De toute façon, si les températures sont trop élevées, l'air trop sec, ou le vent soutenu, le flux hydrique dans le végétal est arrêté par fermeture des stomates et celui-ci ne prélève plus d'eau.



Comment limiter, par anticipation, les effets d'un manque d'eau éventuel ?

Le potentiel hydrique d'un sol est en grande partie invariant, lié à sa texture et à sa pierrosité. On parle en agronomie de Réserve Facilement Utilisable. Le producteur peut agir sur ce paramètre, que l'on peut doser ou estimer au laboratoire, par des apports d'amendements organiques, qui augmentent la capacité de rétention en eau du sol. Il peut aussi, si nécessaire, effectuer un entretien du sol en calcium, cet élément étant indispensable pour complexer la matière organique et améliorer ainsi la stabilité structurale. Il faut vérifier également que la matière organique présente au sol est bien efficace et active.

La valorisation de ce potentiel hydrique peut être affectée par des difficultés d'infiltration de l'eau (travail et semis ou plantation dans le sens de la pente, présence d'une croûte de battance..) ou une mauvaise implantation racinaire. Elle peut être améliorée par la gestion du désherbage, les techniques de type binage ou mulching, la présence de haies ou brise-vent et, de façon générale, par toutes les pratiques favorisant la profondeur d'enracinement.

De ce potentiel hydrique du sol (à moduler également par la profondeur du sol et la nature du sous-sol) dépendra le choix des espèces et des précocités des variétés cultivées.

Les prélèvements nutritionnels et le transport des minéraux se faisant dans un milieu aqueux, tous les éléments seront pénalisés par un manque d'eau. Globalement, les éléments dont l'assimilation est dite passive (c'est à dire très liée au niveau et à la régularité du flux hydrique dans le végétal) seront les plus pénalisés : azote, potassium, bore, manganèse et, à un moindre niveau, le fer. La réflexion devra donc surtout porter sur ces éléments : fractionnement, solubilité de l'engrais, voie foliaire…

Par ailleurs, les périodes d'assimilation n'étant pas les mêmes pour chaque élément minéral, tout dépend aussi du stade physiologique subissant le manque d'eau : c'est le cas, par exemple, des carences potassiques en vigne en cas de canicule en été (période où les besoins en potassium sont les plus élevées) alors que le sol est parfois saturé en K2O, ou des déficits de mise en réserve du bore en arboriculture après un été très sec. La connaissance des relations entre les conditions climatiques et la nutrition minérale est un axe important des recherches sur la fertilisation des plantes.



Irrigation en CLEF DE SEL

Publié le 27 avril 2012



L'eau, même douce, contient des sels dissous, en quantité plus ou moins importante. L'irrigation, année après année, par une eau même très légèrement salée, va augmenter la quantité de sels dans le sol : l'eau est en effet absorbée par les plantes, ou s'évapore, mais le sel, qui ne traverse pas la barrière racinaire, est retenu dans le sol. Le phénomène est accéléré et amplifié lorsque cette eau est plus chargée en sels. Or l'augmentation de la teneur en sel des sols entraîne à terme une toxicité pour les végétaux, ainsi qu'une dégradation des sols. En parallèle, l'eau devient de moins en moins facilement absorbable par les plantes, qui doivent consacrer une énergie croissante pour l'extraire du sol. Ainsi les conditions de forte salinité provoquent une sécheresse physiologique et un flétrissement des végétaux, car les racines ne sont plus capables d'extraire suffisamment d'eau du sol, alors que le sol peut sembler encore très humide !

Zones concernées

Ces phénomènes sont encore plus marqués dans les zones semi arides ou arides, plus exigeantes en irrigation : les quantités de sels accumulées sont directement liées aux doses totales d'irrigation. Ces sels dissous sont essentiellement des ions sodium (Na+), dont l'accumulation va entraîner progressivement la formation de sols sodiques, très peu fertiles. D'après la FAO, la salinisation des sols due à l'irrigation réduit la surface des terres irriguées de 1 à 2 % par an. Les terres semi arides et arides sont les plus touchées (presque un quart d'entre elles). L'Afrique du Nord, le Moyen Orient et l'Inde sont de plus en plus menacées. Si la France n'est pas touchée à grande échelle par ce phénomène, la question de la possibilité d'irriguer avec des eaux salées se pose dans certaines situations littorales, où l'infiltration d'eau de mer induit un risque important de salinité de l'eau d'irrigation, aggravé en cas de sécheresse.

Critères de qualité des eaux d'irrigation

Cinq critères permettent d'apprécier la qualité de l'eau d'irrigation. Ils sont applicables à toutes les cultures :

- **Salinité :** contenu total en sels solubles, apprécié par la conductivité électrique
- **Sodium** : proportion relative des cations sodium (Na+) par rapport au calcium et magnésium, appréciée par le SAR1 (sodium adsorption ratio)
- **Alcalinité et Dureté** : concentration en carbonate (CO32-) et en bicarbonate (HCO3-), en relation avec la concentration en calcium (Ca2+) et en magnésium (Mg2+)
- **Concentration en éléments toxiques** : sodium, chlore, bore par exemple
- **pH** de l'eau d'irrigation

Barème de qualité en irrigation de cultures annuelles

	Sévérité du problème		
	Aucune	Légère	Élevée
Salinité / conductivité	< 0,75 mS/cm	0,75 à 3,0 mS/cm	> 3,0 mS/cm
SAR	< 3	3 à 10	> 10
Alcalinité (équiv. $CaCO_3$) en mg/l	80-120		> 200
pH (risque de colmatage)	< 7,0	7-8	> 8,0
Fe en mg/l (risque de colmatage)	< 0,2	0,2 – 1,5	> 1,5
Mn en mg/l (risque de colmatage)	< 0,1	0,1 – 1,5	> 1,5

Barème de qualité en irrigation de gazons de golf

	Sévérité du problème			
	Aucune	Moyenne	Élevée	Très élevée
Salinité / conductivité	< 0,25 mS/cm	0,25 à 0,75	0,75 à 2,25	> 2,25
SAR	< 10	10,1 à 18	18,1 à 26	> 26,1
Chlorures + sulfates en mg/l (brûlure des feuilles)	< 250	250 à 400	> 400	
Bore en ppm (risque de toxicité)	< 1	1 à 2	> 2	

Source : MAPAQ, 2005

Salinité

Les principaux sels responsables de la salinité de l'eau sont le calcium, le magnésium, le sodium, les chlorures, les sulfates et les bicarbonates. Une valeur élevée de la salinité traduit une quantité importante d'ions en solution et rend plus difficile l'absorption de l'eau et des éléments minéraux par la plante. Une salinité trop élevée peut causer des brûlures racinaires.

La salinité est souvent évaluée par la mesure de la conductivité électrique (CE), exprimée en mS/cm. 1 mS/cm correspond en moyenne à 640 ppm de sels.

En dessous de 0,70 mS/cm, le rendement des cultures annuelles n'est généralement pas affecté par la salinité. Entre 0,70 et 3,0 mS/cm, le maintien des rendements nécessite des façons culturales adéquates. Par exemple on peut être amené à augmenter la dose d'irrigation en l'associant à du drainage, gypsage…).

Dans le cas particulier des gazons, une CE de 0,75 mS/cm est la limite approximative pour la croissance, sans avoir à mettre en place des interventions en relation avec la salinité.

- Sous 0,40 mS/cm, la croissance de la plupart des gazons est bonne.
- Entre 0,25 et 0,75 mS/cm, l'eau peut être utilisée sur les sols présentant un bon drainage et pour les gazons peu sensibles à la salinité (comme la fétuque élevée).
- Entre 0,75 et 2,25 mS/cm, l'eau ne devrait pas être utilisée dans les sols peu drainants. Cette eau ne peut pas être utilisée pour l'irrigation des végétaux sensibles au sel (comme le pâturin des prés ou la fétuque rouge), même sur les sols présentant un bon drainage.
- Au delà de 2,25 mS/cm, l'eau ne doit pas être utilisée en irrigation des gazons.

Sodium et SAR

Le sodium a un impact négatif sur la perméabilité du sol et sur l'infiltration de l'eau. Il remplace le calcium et le magnésium adsorbés sur les feuillets d'argile et provoque la dispersion des particules du sol. Les conséquences observées sont la déstructuration des sols argileux, qui deviennent compacts et risquent une prise en masse, et la réduction de leur perméabilité à l'origine de risques d'asphyxie racinaire. La perméabilité des sols sableux peut ne pas se détériorer aussi vite que celle des sols plus lourds lorsqu'ils sont irrigués avec une eau de forte teneur en sodium, mais un risque potentiel existe.

Mais l'effet du sodium d'une eau d'irrigation dépend aussi de la concentration en calcium et magnésium de celle-ci. Le SAR permet de tenir compte des effets mutuels du sodium, du calcium et du magnésium.

SAR = Na / √((Ca + Mg)/2)

Les éléments doivent être exprimés dans la même unité (meq/L en général).

- Lorsque le SAR est inférieur à 10, l'eau peut être utilisée pratiquement sur tout type de sol, sans risque notable d'accumulation du sodium à un niveau dommageable.
- Entre 10 et 18, les risques d'accumulation de sodium et de dommages sont réels pour les sols de texture fine et de capacité d'échange cationique (CEC) élevée. Mais l'eau peut être utilisée dans les sols sableux bien drainants.
- Entre 18 et 26, l'utilisation de l'eau peut aboutir à des niveaux dommageables de sodium dans pratiquement tous les types de sols. Les interventions telles que le gypsage et le drainage peuvent être nécessaires pour échanger les ions sodium.
- Lorsque le SAR est supérieur à 26, l'eau est généralement inadéquate pour l'irrigation

Alcalinité et dureté

Dans la plupart des cas, les carbonates sont présents dans les eaux sous forme de bicarbonates HCO3- en équilibre électrique avec des charges positives : calcium ou magnésium.

Ces ions, au contact de l'atmosphère chargée en CO2 et en présence de calcium, précipitent sous forme de carbonates calciques CaCO3. Ils peuvent ainsi provoquer le colmatage des circuits d'arrosage par entartrage..



> Suite article «Irrigation en CLEF DE SEL»

Concentration en éléments toxiques

Certains sels peuvent être gênants quand ils se trouvent naturellement en quantités supérieures aux exportations classiques des végétaux.
Le chlore par exemple n'est indispensable à la plante qu'en quantités infinitésimales. Il est rarement utile. Certaines plantes sont tolérantes au chlore comme la betterave à sucre, la tomate, l'orge, l'épinard. Par contre d'autres plantes sont sensibles à sa présence comme la plupart des arbres fruitiers ; le tabac, la pomme de terre, la laitue les haricots.
Globalement pour la plupart des espèces la teneur des chlorures dans l'eau ne doit pas dépasser 250 mg/l. Elle devra être inférieure à 35 mg/l pour des plantes sensibles telles que le tabac, les fougères, les azalées…

Pilotage délicat de l'irrigation

Plus encore qu'avec des eaux douces, la gestion de l'irrigation avec des eaux salées devra tenir compte des caractéristiques du milieu. Si l'évaporation est importante, il faut éviter un trop faible apport en eau, car celle-ci serait évaporée avant d'avoir pu irriguer complètement les plantes et le sol : les sels dissous s'accumuleraient dans les premiers horizons.

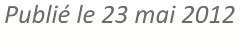
A l'inverse, dans les situations où l'eau s'infiltre lentement et s'accumule en profondeur, on peut observer une remontée des eaux souterraines par capillarité. Cette action capillaire ramène vers la surface les sels dissous situés en profondeur. Un phénomène comparable peut être observé avec les remontées de nappes souterraines d'eau saumâtre. Les apports en eau pour l'irrigation doivent donc être calculés en fonction des taux d'évaporation, de la proximité et de la qualité des eaux souterraines, et de la teneur en sels du sol et de l'eau.

L'analyse de l'eau est un préalable utile pour savoir si elle est adaptée à un usage en irrigation.

(1) SAR = Na / √((Ca + Mg)/2) les éléments étant exprimés dans la même unité (meq/L en général)

QUE FAIRE DE LA RHIZOSPHERE ?

Publié le 23 mai 2012





La plante cultivée est l'interface entre deux systèmes : l'atmosphère et le sol. Le végétal est loin d'être passif dans son environnement. Si les échanges aériens, énergétique ou gazeux (eau, gaz carbonique…), sont assez bien décrits, les échanges entre la plante et le sol restent peu connus, car, par nature, difficiles à appréhender.
La constance de la circulation d'eau et de solutés (ions ou molécules) est à la base de la vie du végétal ; elle est sous le contrôle de l'énergie reçue par les feuilles et sous la dépendance du bon fonctionnement racinaire. Les transferts sols / racines sont beaucoup plus complexes que les transferts atmosphère / feuilles. Ils s'effectuent au niveau de la rhizosphère, lieu mythique du physiologiste et de l'agronome.

Rhizosphère et « Productions » Racinaires :

La rhizosphère est le volume occupé par les racines d'une plante ou influencé par elles. C'est la zone d'échange entre le végétal et le substrat, totalement colonisée par les micro-organismes. Le terme d'échange est ici essentiel. Dès qu'un végétal est capable de synthétiser des substances organiques, il en destine une partie à la croissance radiculaire mais aussi à la nutrition des micro-organismes, grâce aux « productions » racinaires (exsudats à diffusion passive, sécrétions consommant de l'énergie, cellules mortes et lysats).
Ces émissions racinaires peuvent représenter jusqu'à 30% des produits de la photosynthèse. La part énergétique utilisée par la « consommation racinaire », regroupant les émissions racinaires et la croissance radiculaire, est même parfois concurrente de la partie aérienne (cas de chute physiologique en cerisiers par exemple).
Les exsudats et sécrétions sont constitués majoritairement de mucilages (mélange de sucres complexes et de protéines devenant visqueux au contact de l'eau) mais aussi de sucres simples, d'acides aminés, d'enzymes, de phénols, d'hormones, de vitamines….

Ils ont un rôle fondamental car :

- Ils protègent l'extrémité (méristème apical) de la racine permettant son élongation (avec une grande analogie avec les méristème apicaux des organes aériens, notamment en termes de régulation hormonale).
- Ils participent, par l'effet « colle » des mucilages, à la cohésion des particules du sol en complément des substances émises par les micro-organismes. Cet effet, sur la porosité, souvent appelé « faux complexe », est pourtant, dans certains types de sols ou climats, plus présent que celui lié au fameux Complexe Argilo Humique.
- Ils augmentent les possibilités d'adaptation et de résistance des végétaux.
- Ils permettent la phytoremédiation (dépollution du sol ou de l'eau par les plantes) notamment en complexant les Eléments Traces Métalliques.

Ils ont parfois un effet télétoxiques (émission, pour éviter la concurrence, de substances toxiques aux autres espèces, voire aux graines ou plants de la même espèce) et expliquent en partie les phénomènes de « fatigue des sols ».

- Ils assurent la fourniture énergétique de nombreux micro et macro organismes du sol qui, en retour, favorisent la croissance et de développement de la plante. L'activité et la biomasse microbienne sont toujours plus importantes (on parle souvent d'un facteur 100) dans un sol avec racines que dans un sol sans racines.

Rhizosphère et Rhizodéposition

Les caractéristiques et spécificités de la rhizosphère sont en grande partie déterminées par la nature des productions racinaires, la plante essayant ainsi d'adapter et de contrôler son environnement. Il a été observé, par exemple, que la composition des exsudats varie en fonction de tel ou tel stress subi par la partie aérienne du végétal. Cette injection directe de carbone par les racines constitue la rhizodéposition. Ce phénomène, qui pourrait représenter jusqu'à 40% des entrées de carbone au sol, est rarement pris en compte dans les calculs.
Les recherches sur la quantification et la modélisation de la rhizodéposition, en lien avec l'architecture racinaire, ont une grande importance pour comprendre la mise à disposition des éléments minéraux du sol à la plante. A terme, peut-on contrôler et stimuler la rhizodéposition ? Des essais sur maïs ou plantes maraîchères semblent très prometteurs.

Rhizosphère et Acidification

Avec l'action physique des racines et l'exsudation, le contrôle du pH est la troisième action possible du végétal pour modifier son environnement racinaire. Le pH de la rhizosphère est le plus souvent différent de celui du sol ambiant, un écart de 2 points étant fréquent. Cela améliore la solubilité et la mise à disposition des éléments nutritifs.
L'intensité de la vie biologique dans la rhizosphère, la production d'acide carbonique due à la respiration, expliquent cette variation de pH, mais les cellules racinaires peuvent également excréter des protons ou des acides organiques pour maintenir les équilibres ioniques. Le solde est souvent une acidification, mais une alcalinisation du milieu est parfois possible.



> Suite article «QUE FAIRE DE LA RHIZOSPHERE ?»

Rhizosphère et Micro-Organismes

Ce n'est pas l'objet de cet Agro-Reporter, il en faudrait plusieurs, de lister les organismes intervenant sur la rhizosphère souvent spécifiques à telle ou telle espèce : bactéries, champignons,nématodes, protozoaires, collemboles… De même, leurs interventions sur le végétal sont nombreuses : directes (solubilisations, synthèse de substances de croissance, protection contre les pathogènes, fixation d'azote….) ou indirectes (sources de composés carbonés facilement assimilables). Un prochain Agro-Reporter développera, du fait de son importance, la notion de mycorhizosphère.

A noter que la respiration des racines et des microorganismes de la rhizosphère consomme de l'oxygène et diminue le potentiel d'oxydo-réduction local, ce qui facilite l'absorption de certains cations, le fer notamment.

Rhizosphère et Solution du Sol

La solution du sol est l'eau contenant des éléments minéraux dissous et chargés électriquement qui circule dans les espaces libres ou pores du sol. C'est le lien entre la terre au sens strict et la rhizosphère.

L'analyse de la solution du sol au laboratoire (qu'elle provienne d'un Extrait à l'Eau, d'une Pâte Saturée ou d'un prélèvement lysimétrique) donne un aperçu de la mise à disposition minérale du sol en lien avec le Complexe Argilo Humique et les risques de blocage (pH…). Surtout utilisée en maraîchage et en grande culture (les reliquats azotés étant des extraits à l'eau) et dans les sols à risque de salinité, l'analyse de la solution du sol apporte des informations pertinentes sur la disponibilité de tel ou tel élément minéral et prend tout son intérêt quand on la compare à l'analyse de sol « classique » (par extraction forte). Par contre, elle reste très éloignée, dans sa composition, de « l'eau rhizosphérique ».

La prise en compte analytique de la rhizosphère est en effet techniquement difficile, voire impossible. Cela explique, par exemple, les difficultés d'approche analytique du phosphore réellement disponible à la plante (le « Graal de tout agrochimiste ») tant les liens de cet élément avec la biologie du sol sont complexes.

Que faire de la Rhizosphère ?

La rhizosphère est le point de rencontre entre le monde végétal, biologique et minéral. On comprend que l'on est face à de multiples phénomènes totalement dynamiques et intimement liés entre eux, difficiles à appréhender.

Pour l'instant, les outils d'analyses utilisables en agronomie permettrent d'apprécier le potentiel (sol, extrait à l'eau) et le résultat (analyses de végétaux), mais pas directement la rhizosphère. Les nouvelles approches, notamment les quantifications du niveau et de l'activité biologique apportent des informations exploitables. On peut parler également de la distinction à faire entre le sol non rhizosphérique et le sol rhizosphérique, profondément modifié par les racines et représentant de 1% à 100% (en prairie permanente) du sol superficiel.

Sur le terrain, le mieux est sans doute d'adopter à la fois une attitude de bon sens et d'ouverture : tout faire pour favoriser le développement, la colonisation et l'activité radiculaire des plantes cultivées pour augmenter les surfaces d'échange du végétal avec le sol en restant ouvert aux méthodes « alternatives » (probiotiques, mycorhizations…) qui commencent, dans certains cas, à donner des résultats intéressants.



Qu'avez-vous à déclarer ? Les nouvelles règles du jeu

Publié le 1 décembre 2011

La réglementation des plateformes de compostage a connu une nouvelle évolution cet été. Elle concerne les installations soumises à déclaration sous la rubrique n°2780 : « Installations de compostage de déchets non dangereux ou matière végétale brute ayant le cas échéant subi une étape de méthanisation ». Suite à la parution au Journal Officiel le 6 août dernier, d'un arrêté du 12 juillet 2011, ces installations vont être soumises à de nouvelles prescriptions. Celles-ci sont détaillées dans l'Annexe I du texte. Cet arrêté abroge l'arrêté du 7 janvier 2002 relatif aux prescriptions générales applicables aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumises à déclaration sous la rubrique n°2170 (fabrication de matières fertilisantes) et mettant en œuvre un procédé de transformation biologique aérobie (compostage) des matières organiques.

Quelles sont les évolutions majeures liées à ce nouveau texte ?

Il souligne que la destination première de l'installation est la production d'une matière fertilisante ou d'un support de culture homologué ou conforme à une norme d'application obligatoire. Cette idée constitue un « fil rouge » du texte. Sont aussi largement développés les aspects traçabilité et réduction des nuisances (rejets, bruits, odeurs). Voici les principaux changements apportés.

De nouvelles définitions

Cet arrêté apporte une définition précise de certains termes : andain, concentration et débit d'odeur, retour au sol. Ce dernier est décrit comme un usage de fertilisation des sols et regroupe le cas des composts mis sur le marché et celui des matières épandues sur terrain agricole dans le cadre d'un plan d'épandage. Les matières produites par l'installation sont ainsi de deux types :

> **Les produits finis :** conformes à une norme rendue d'appli cation obligatoire (NDLR : NF U44-051, NF U44-095, NF U44-551, NF U42-001 …) ou bénéficiant d'une homologation, d'une autorisation provisoire de vente ou d'une autorisation de dis tribution pour expérimentation ;

> **Les déchets,** qui regroupent deux types de matières :
- Les matières intermédiaires, destinées à être utilisées comme matière première dans une autre ICPE en vue de la production de produits finis normalisés ou homologués ;
- Les autres déchets et effluents

Règles d'exploitation

<u>Lot et traçabilité</u> :
après avoir défini la notion de « lot (1) », l'arrêté insiste sur un allotement des produits finis destinés à un retour au sol, afin d'en assurer la traçabilité. Parallèlement il précise que l'exploitant doit tenir à jour un document de suivi des lots. Il doit y reporter les résultats d'analyses nécessaires à la démonstration de la conformité du lot de compost sortant aux critères définissant une matière fertilisante. Ce document est conservé au moins pendant 10 ans et doit être communiqué à tout utilisateur des matières produites qui en ferait la demande.

<u>Matières premières autorisées :</u>
alors que l'arrêté du 7 janvier 2002 listait les matières entrantes autorisées, celui du 12 juillet 2011 décrit les déchets interdits en tant que matière première. Toute admission envisagée par l'exploitant de matières à composter d'une nature ou d'une origine différentes de celles mentionnées dans le dossier de déclaration doit être portée à la connaissance du Préfet. Selon l'Article 3.5.1 du dernier arrêté, sont interdits :

> Les boues dont la concentration en polluants dépasse les valeurs limites prévues par l'arrêté du 8 janvier 1998 (2) ;
> Les déchets dangereux au sens de l'article R.541-8 du code de l'environnement ;
> Les sous-produits animaux de catégorie 1 tels que définis à l'article 8 du règlement (CE) n°1069/2009 ;
> Les déchets contenant un ou plusieurs radionucléides dont l'activité ou la concentration ne peut être négligée du point de vue de la radioprotection.

<u>Registres :</u>
la durée de conservation du registre des entrées est réduite. Ce document doit dorénavant être conservé 3 ans, au lieu de 10 ans dans l'arrêté de 2002. Par contre la durée de conservation du registre des sorties de produits est inchangée (10 ans).

Comme dans le précédent arrêté, l'exploitant doit conserver l'information préalable sur les matières entrantes du fournisseur (3) . La durée de conservation de ce document par l'exploitant passe de 2 ans à 3 ans.

Durées de conservation des documents d'enregistrements :

Type de document	Arrêté du 12 juillet 2011	*Arrêté du 7 janvier 2002*
Information préalable du fournisseur	3 ans	*2 ans*
Registre des entrées	3 ans	*10 ans*
Registre des sorties	10 ans	*10 ans*

<u>Normes de transformation :</u>
l'annexe II de l'arrêté précise des normes de transformation. Elles ne s'appliquent pas aux installations mettant en œuvre un procédé de lombricompostage. Ces normes se caractérisent par la définition de :
> Couples « temps x température », assortis des conditions opératoires pour la mesure des températures ;
> Durées minimales de fermentation
> Nombres minimaux et espacement des retournements

Extrait de l'annexe II :

Procédé	Process
Compostage avec aération par retournements	3 semaines de fermentation aérobie au minimum Au moins 3 retournements espacés d'au moins 3 jours 55°C au moins pendant une durée minimale totale de 72 heures.
Compostage en aération forcée	2 semaines de fermentation aérobie au minimum Au moins 1 retournement (opération de retournement après fermentation aérobie suivie d'une remontée de température à 50°C pendant 24 heures) 55°C au moins pendant une durée minimale totale de 72 heures

NDLR : le respect de ces conditions doit permettre d'obtenir l'hygiénisation du produit, mais il n'est pas une garantie de conformité à une norme pour les autres critères, d'ordre agronomique ou sanitaire (ETM).





Suite de l'article «qu'avez vous a déclarer?»

De nouveaux critères à respecter pour le retour au sol

Produits finis :
l'arrêté du 12 juillet 2011 impose une obligation de résultat sur la qualité du produit fini. En effet il fixe à 10% par an au maximum, la quantité produite de compost non-conforme au cahier des charges « matière fertilisante » (norme NF ou dossier d'homologation)

Produits intermédiaires :
les critères de qualité se durcissent. Ceci représente une évolution majeure de ce texte. Dorénavant, on impose à ces matières de respecter les critères d'innocuité de la norme NF U44-051 (2006), alors que l'arrêté du 7 janvier 2002 faisait référence aux critères de l'arrêté du 8 janvier 1998 pour ces mêmes produits intermédiaires. Par conséquent les valeurs limites à respecter se trouvent divisées par un facteur de 3 à 8 selon les éléments traces métalliques. Des valeurs limites apparaissent pour l'arsenic et le sélénium totaux ainsi que pour les éléments indésirables (4) (plastique, verre, métaux, …). Par contre les critères sur les PCB (Polychlorobiphényles) disparaissent. Les concentrations à respecter en HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) restent inchangées. Ainsi les installations soumises à déclaration se voient imposer les mêmes critères de qualité des matières intermédiaires que les ICPE soumises au régime d'autorisation (arrêté du 22 avril 2008).

Evolution des critères sur les produits intermédiaires :

Elément total en mg / kg de matière sèche		Arrêté du 12 juillet 2011	Arrêté du 7 janvier 2002
ELEMENTS TRACES METALLIQUES	Cadmium (Cd)	3	10
	Chrome (Cr)	120	1 000
	Cuivre (Cu)	300	1 000
	Mercure (Hg)	2	10
	Nickel (Ni)	60	200
	Plomb (Pb)	180	800
	Zinc (Zn)	600	3 000
	Cr + Cu + Ni + Zn	-	4 000
	Arsenic (As)	18	-
	Sélénium (Se)	12	-
HAP	Fluoranthène	4	4 ou 5 selon culture
	Benzo(b)fluoranthène	2.5	2.5
	Benzo(a)pyrène	1.5	1.5 ou 2 selon culture
SOMME DE 7 PCB		-	0.8
INDESIRABLES (plastique, verre, métaux, …) (4)		Films et PSE sup à 5 mm < 0,3% MS Verre et métaux sup à 2 mm < 2% MS Plastiques durs et textiles sup à 5 mm < 0,8% MS	-

Epandage des déchets :
celui-ci se fait dans le cadre d'un plan d'épandage. Dans l'article 5.10.c de ce nouveau texte, les préconisations concernant les apports d'azote par les déchets sont renforcées et précisées : prise en compte de la capacité exportatrice des cultures, de la nature du sol et des rotations culturales, interdiction d'épandage sur certaines cultures….

Rejets liquides

Les conditions de prélèvements d'eau et de rejets liés au fonctionnement de l'installation doivent être compatibles avec les objectifs du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE). L'arrêté du 12 juillet 2011 modifie les suivis à réaliser sur les rejets liquides :

- ***De nouvelles informations à enregistrer :*** les consommations annuelles d'eau permettent d'estimer les volumes des rejets.

- ***Allègement des critères de rejet et modifications*** :
> Les installations, dont le rejet dans un réseau public équipé d'une station d'épuration ne dépasse pas 15 kg/j de MESt, ni 15 kg/j de DBO5, ni 45 kg/j de DCO, ne sont plus soumises à des valeurs limites de rejet ;
> Dans les autres situations, les normes de rejet sont inchangées pour les critères MES, DCO et DBO5. Par contre, les anciens critères portant sur l'azote et le phosphore totaux ne s'appliquent plus dans la nouvelle version de l'arrêté.
> Les polluants de type ETM (Pb, Cr, Cu, Zn) et hydrocarbures totaux ne font plus l'objet de valeurs limites de rejet.
> A contrario, les normes de rejet sont plus restrictives dans le cas d'un rejet dans le milieu naturel ou dans un réseau dépourvu de station d'épuration, pour les flux journaliers de MES, DCO ou DBO5 dépassant certaines valeurs fixées par l'arrêté.

***A noter** : Les analyses se font toujours après traitement (si besoin), sur l'effluent brut non décanté et non filtré. En revanche les conditions de prélèvement ont été modifiées : un prélèvement continu asservi au temps sur ½ heure, ou deux prélèvements instantanés espacés de ½ heure. Le laboratoire qui réalise les analyses doit avoir obtenu l'agrément du Ministère de l'Environnement*

Odeurs et bruit

Cet arrêté ne modifie pas les préconisations sur le bruit. En revanche il précise la méthode de mesure à utiliser pour évaluer les odeurs, ainsi que les valeurs limites. Il indique que celles-ci s'appliquent dans un rayon de 3 000 mètres autour de la source. L'intensité des émissions odorantes doit être considérée comme « faible » (selon la norme) à cette distance.
Enfin, l'exploitant doit tenir un registre des plaintes, identifier les causes des nuisances, décrire les mesures mises en place pour en prévenir le renouvellement. Si un comité de riverain a été constitué, l'exploitant présente annuellement les mesures correctives qu'il a mises en œuvre.

Délais d'application

En fonction des articles et de la préexistence de l'installation au moment de la publication de l'arrêté, les délais d'application varient de 4 mois à 1 an après la date de publication au Journal Officiel du 6 août 2011.

(1) Lot : au sens de l'arrêté du 12 juillet 2011, « quantité de produits fabriquée dans un seul établissement, sur un même site de production en utilisant des paramètres de production uniformes et qui est identifiée de façon à en permettre le rappel ou le retraitement si nécessaire".
(2) Arrêté du 08/01/98 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 08/12/97 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées.
(3) Sauf installations connexes d'un élevage, compostant ses propres effluents.
(4) Dans le cas où la fabrication du produit fini ne prévoit pas d'étape d'élimination de ces éléments indésirables



Actualité : phosphore des composts de MIATES

Publié le 10 mai 2012



Depuis 2004, la réglementation française sur les matières fertilisantes permet de mettre sur le marché des composts contenant des Matières d'Intérêt Agronomique issues du Traitement des Eaux (MIATES) conformes à la norme NF U 44-095 (1). Cette norme fixe les spécifications techniques à respecter par les produits, et exige notamment de ne pas dépasser la teneur de 3%, exprimée sur le produit brut, pour chacun des éléments N, P2O5 et K2O. La somme de ces trois éléments doit aussi rester inférieure à 7% du produit brut. Par ailleurs, elle suppose de respecter des teneurs minimales sur certains paramètres agronomiques (matière sèche, matière organique, rapport C/N). Elle comporte également des critères d'innocuité.

Du fait de l'équilibre N-P-K des matières premières utilisées dans l'élaboration de ces composts, et en particulier de par la présence de boues de stations d'épuration, le phosphore peut se retrouver à des concentrations proches des 3%, voire supérieures, dans les produits finis. Cet « excès » de phosphore va empêcher la valorisation du compost selon la norme NF U 44-095, même si tous les autres critères de conformité sont validés. Le sujet « Compost de MIATE ayant des teneurs en P2O5 supérieures à 3% » est pris en considération actuellement par les bureaux de normalisation. Afin de mieux caractériser ces composts dont la teneur en P2O5 dépasse les 3%, le groupe de travail en charge du sujet a souhaité diffuser un questionnaire, que vous pourrez télécharger en cliquant sur le lien qui suit : Enquêtede caractérisation des composts de MIATEs

Vous avez la possibilité de répondre à ce questionnaire, qu'il nous a paru utile de pouvoir diffuser (avec l'accord de l'AFNOR), afin d'avoir une norme au plus proche du marché et de prendre en compte la plus grande variabilité de ces composts. Les questionnaires sont à retourner à l'animatrice du groupe de travail (dont les coordonnées sont précisées dans le document téléchargeable) avant le 15 juin 2012.

(1) NF U 44-095 (mai 2002) : Amendements organiques – Composts contenant des matières d'intérêt agronomique, issues du traitement des eaux. Norme rendue d'application obligatoire par l'arrêté ministériel du 18/03/2004. Cette norme a été complétée par un amendement (NF U 44-095/A1 d'octobre 2008), lui-même rendu d'application obligatoire par l'arrêté ministériel du 12/02/2011.

Inertes et indésirables

Publié le 19 janvier 2012

19 janvier 2012

Les objectifs nationaux en matière de recyclage matière et organique des déchets, fixés par la Loi Grenelle 1 du 3 août 2009, sont « d'orienter vers ces filières un taux de 35 % des déchets ménagers et assimilés en 2012 et 45 % en 2015 contre 24 % en 2004 » (Loi n°2009-967, Titre III, Chapitre II). Dans ce contexte, la mesure au laboratoire des éléments dits inertes et indésirables (plastiques, morceaux de verre, éléments métalliques…) revêt une importance particulière. Focus sur cette méthode, proposée depuis plusieurs années par le LCA et aujourd'hui en cours d'accréditation Cofrac.

Au laboratoire

Le principe de la méthode est assez simple : après avoir détruit la matière organique du produit par une attaque à l'eau de javel, les inertes sont séparés en fonction de leur densité (première séparation des légers à l'eau, puis séparation des autres plastiques et des lourds par tri densimétrique dans du CaCl2 en sursaturation). Après séchage, on les trie manuellement en fonction de leur taille et de leur nature, le tri densimétrique ne parvenant pas toujours à séparer parfaitement les différentes familles. Cette méthode, normalisée sous la référence XP U44-164 depuis 2004, permet de déterminer la quantité d'éléments exogènes (cailloux et calcaire, verres, métaux, films et PSE, autres plastiques et textiles) contenus dans un produit organique. Réalisée en routine depuis plus de 8 ans par le laboratoire Celesta-lab (dont LCA est partenaire et actionnaire), cette méthode est appliquée en très grande majorité sur les amendements organiques normalisés. Une centaine d'analyses « d'inertes » est ainsi réalisée chaque mois.
La qualification du produit est ensuite définie en confrontant la quantité d'éléments inertes au cahier des charges afférent.

Cahier des charges ou norme	Contraintes et tolérances sur la teneur en inertes (en % MS)	
Ecolabel	Verre + métaux + plastiques > 2 mm	< 0,5 %
NF U 44-051 NF U 44-095	Film + PSE > 5 mm	< 0,3 %
	Autres plastiques > 5 mm	< 0,8 %
	Verres et métaux	< 2 %

Enfin, on peut souligner que la méthodologie appliquée à l'analyse des inertes peut être déclinée pour d'autres usages, comme pour déterminer la quantité de matière organique non synthétique (MONS).

Un peu de polémique …

Cette expérience explique le savoir-faire du laboratoire. Elle lui permet aussi de bien connaître les points sensibles de la méthode. Il ressort que la qualité et la reproductibilité de l'étape de tri manuel reposent sur l'expérience et le savoir-faire de l'opérateur, surtout pour des produits plus complexes que les amendements organiques traditionnels. En effet, malgré l'attaque à l'eau de javel et le premier tri densimétrique des inertes, de nombreux plastiques présentent des densités proches ou supérieures à celle du CaCl2 en sursaturation. D'autres difficultés apparaissent également lorsque des matériaux de natures différentes restent agrégés, ou par leur nature peuvent être classés dans deux catégories différentes (exemple des matériaux mixtes comme les plastiques aluminisés). Il est donc capital de s'adresser à « un laboratoire qui a l'habitude » de ce genre d'analyses. Nous avons également observé depuis quelques années l'évolution des produits, en lien avec le développement de nouveaux procédés (comme le TBM) et des filières de valorisation organique des déchets. L'évolution prévue de la méthode normalisée d'analyse des « composants inertes » XP U44-164 devra prendre en considération les difficultés techniques rencontrées par les laboratoires sur les produit potentiellement plus « chargés » en inertes. Celesta-Lab participe à la fois aux essais inter-laboratoires et est un membre actif du groupe de travail chargé du suivi de cette norme.

Quid de l'accréditation

Les « inertes » font partie des paramètres de conformité des produits organiques aux normes NF U44-095 (composts contenant des matières issues du traitement des eaux) et NF U44-051 (amendements organiques). Comme pour les éléments traces métalliques et organiques et les micro-organismes pathogènes, un dépassement des valeurs limites réglementaires entraîne une non-conformité du produit à la norme. Conscient de ces enjeux, le laboratoire Celesta-Lab s'est engagé dans une démarche d'accréditation de ses prestations par le Comité Français d'Accréditation (COFRAC). Nous espérons pouvoir vous annoncer dans un prochain article l'accréditation des résultats d' « inertes » !



LA MATIERE ORGANIQUE NE FAIT PAS (TOUJOURS) L'AMENDEMENT

Publié le 10 mars 2011

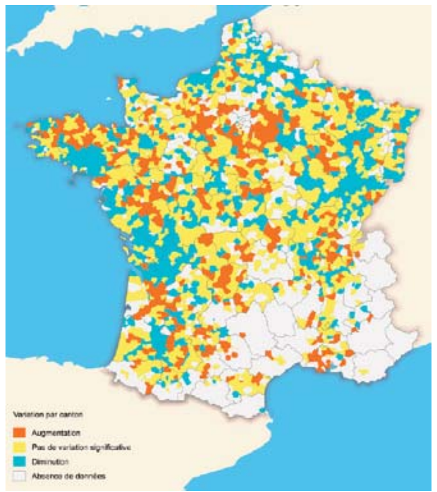


Figure 1 : Estimation de la variation de la teneur en carbone organique dans les sols entre les périodes 1990-1995 et 1999-source : Gis Sol (BDAT), 2007

Evolution des stocks de carbone des sols français

L'observation de l'évolution des teneurs en matière organique des sols montre que selon les conditions pédo-climatiques, les cultures et les modes d'entretien du sol, certains sols s'enrichissent en matière organique alors que d'autres, à l'opposé, s'appauvrissent (Figure 1).
Globalement, les teneurs en matière organique des sols français décroissent. La perte du stock de carbone organique dans les sols agricoles français est estimée à 6 millions de tonnes de carbone par an, soit près de 0,2 %, entre les périodes 1990-1995 et 1999-2004 (source : Groupement d'Intérêt Scientifique Sols GISsol)
Pourtant les matières organiques du sol assurent de nombreuses fonctions agronomiques et environnementales. Elles proviennent de la transformation des débris végétaux par les organismes vivants, essentiellement les micro-organismes. Composées de 58 % de carbone organique en moyenne, elles libèrent du dioxyde de carbone (CO_2) et des composés organiques en se décomposant sous l'influence du climat et des conditions ambiantes du sol. L'évolution du stock de carbone organique dans les sols résulte de l'équilibre entre les apports de matières organiques végétales au sol et leur minéralisation.

L'amendement organique

L'apport d'amendement organique est un moyen parmi d'autres de compenser ces pertes et de conserver le potentiel agronomique des sols cultivés. Toutefois l'offre de produits disponibles est aujourd'hui importante en France, et le choix peut s'avérer difficile pour l'utilisateur ou le prescripteur.
Devant cette variété, comment choisir le « meilleur » produit, qui pourra répondre au mieux aux besoins du sol, du végétal et de l'objectif de production de l'agriculteur ? Tout d'abord, qu'attend-on d'un amendement organique ? Réglementairement, les amendements organiques sont des matières fertilisantes. Celles-ci comprennent les engrais, les amendements et, d'une manière générale, tous les produits dont l'emploi est destiné à assurer ou à améliorer la nutrition des végétaux ainsi que les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols. Les amendements organiques sont définis, dans la norme NF U44-051 (2006)1, comme des matières fertilisantes composées principalement de combinaisons carbonées d'origine végétale, ou animale et végétale en mélange, destinées à l'entretien ou à la reconstitution du stock de matière organique du sol et à l'amélioration de ses propriétés physiques et/ou chimiques et/ou biologiques. Leur rôle nutritif n'est donc pas prépondérant, mais il n'est pas toujours négligeable pour autant.

Variabilité des produits disponibles

L'amendement organique le plus répandu en France est le fumier de bovin. Cette terminologie unique cache une grande variété de produits, en fonction de la gestion du troupeau, du type d'animaux, de la stabulation, du degré de maturité du produit.
C'est souvent le cas des engrais dits « de ferme » (Figure 2).

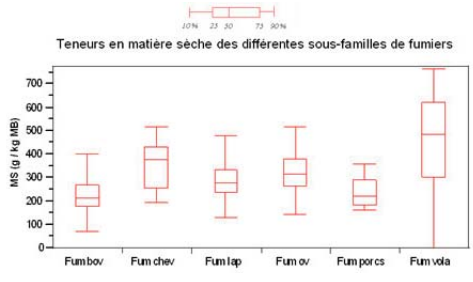


Figure 2 : Variabilité des teneurs en matière sèche des fumiers Source : Guillotin M-L, Jordan-Meille L, 2007. Caractérisation agronomique de produits organiques à partir d'une base de données d'un laboratoire d'analyses. In "8èmes Journées de la fertilisation raisonnée et de l'analyse de terre", GEMAS-COMIFER, Blois, 2007

Ces produits présentent l'avantage d'être disponibles en grande quantité, et s'ils ne sont pas gratuits, ils sont souvent proposés à un prix inférieur aux produits mis sur le marché. Ces derniers sont le plus souvent normalisés. De ce fait leurs caractéristiques sont vérifiées et validées. Avant la mise sur le marché d'un produit, le producteur s'est assuré qu'il est bien conforme à la norme à laquelle il est rattaché : NF U 44-051 pour les amendements organiques sans boues et NF U 44-095 pour les amendements organiques contenant des Matières d'Intérêt Agronomique issues du Traitement des Eaux (MIATEs). Dans ce cas, un certain nombre d'analyses est exigé, afin de vérifier l'innocuité du produit, ses effets bénéfiques, ses caractéristiques spécifiques, comme sa vitesse de minéralisation, sa stabilité biologique. Certains renseignements obligatoires sont consignés sur l'étiquette du produit, sur l'emballage ou dans un document d'accompagnement.
La norme des amendements organiques NF U 44-051 comprend 11 dénominations de type, qui dépendent des matières premières employées et du mode d'obtention (compostage / lombricompostage / simple mélange…). Ainsi, même si l'objectif commun d'un amendement organique est d'apporter au sol de la matière organique, selon le type de produit, les effets obtenus ne seront pas les mêmes. C'est pourquoi il est important de bien lire les étiquettes, et de solliciter le producteur pour tout complément d'information sur le produit acheté.

L'amendement organique universel n'existe pas. Il existe un produit adapté à chaque situation agronomique, et chaque produit peut répondre à un besoin agronomique. Pour bien choisir et appliquer un produit en réponse à un effet, il est utile de coupler les caractéristiques de l'amendement organique avec une analyse du sol.

Des potentiels amendants différents

Mais ce n'est pas parce qu'un produit est plus riche en matière organique qu'un autre produit, qu'il sera forcément plus performant ! La matière organique s'apprécie à la fois par la quantité présente, mais aussi par son état de maturité et sa stabilité. Ainsi, les produits qui ont tendance à fortement minéraliser permettront de relancer l'activité biologique du sol (stimulation de la biomasse microbienne). Les amendements organiques bien stabilisés ont quant à eux un fort potentiel amendant et seront à privilégier pour structurer et enrichir durablement le sol en matière organique.

Quelques outils de diagnostic

· **L'analyse chimique classique** d'un produit organique est une première étape pour en connaître sa valeur fertilisante potentielle. En dosant les concentrations en éléments fertilisants et en matières organiques, on caractérise de façon « quantitative » le produit. La matière organique et certains éléments, comme l'azote ou encore le phosphore, ne s'expriment pas de la même façon selon la nature même de l'amendement et de son état de maturité.
· **Les analyses spécifiques,** comme la cinétique de minéralisation du carbone et de l'azote ou l'indice de stabilité biologique (ISMO), permettent de mieux appréhender la façon dont cette matière organique évoluera, une fois le produit apporté au sol.

(1) NF U44-051 (2006) : Amendements organiques -Dénominations, spécifications et marquage



ISMO GOOD

Publié le 8 mars 2012

Si les écosystèmes naturels stockent habituellement la matière organique dans les sols (en dehors de tout changement climatique !), la mise en culture des terres aboutit invariablement à la réduction de sa teneur. Or les matières organiques du sol participent à un grand nombre de fonctions. Elles jouent un rôle important dans le maintien de sa fertilité physique, chimique et biologique. Les itinéraires techniques ont un rôle à jouer dans l'évolution des stocks de matière organique. Ainsi, certaines pratiques vont aider à entretenir, voire à augmenter, ces stocks : réduction du travail du sol, restitution des pailles, ajout de cultures intermédiaires, incorporation d'engrais verts, apport de matières organiques exogènes….

La naissance de l'ISMO

Les agronomes qui s'intéressent aux bilans humiques ont besoin d'outils pour évaluer et comparer l'efficacité de ces différentes pratiques. Pour ce faire, ils disposent de données bibliographiques sur le coefficient iso-humique (K1)(I) de différentes matières utilisées traditionnellement en agriculture (pailles, fumier, etc …).

Ces valeurs ont été établies par des essais aux champs de longues durées dans différents contextes pédoclimatiques. Mais l'approche expérimentale est longue, coûteuse, et répond mal aux souhaits des fabricants, prescripteurs et utilisateurs des produits organiques, absents de ces essais de référence. La question se pose notamment pour tous les produits issus du recyclage des matières organiques urbaines ou industrielles, ou pour les produits élaborés par mélange de matières premières, pour lesquels aucun essai n'avait été mené : il était devenu nécessaire de développer les expérimentations, dans le but d'élargir les données de références sur ces produits.

Les chercheurs ont donc élaboré des méthodes d'analyses en laboratoire, afin de mettre en relation les caractéristiques biochimiques des produits et leur vitesse de dégradation dans le sol (minéralisation de la MO). Les premiers travaux ont abouti à la proposition d'indices, appelés ISB (Indice de Stabilité Biochimique) et Tr (Taux résiduel), normalisés en 2002 (prNF XP U44-162). Ces indices ont été révisés récemment pour mieux prendre en compte les nouveaux produits organiques disponibles aujourd'hui.

Ils ont été réunis dans un indicateur unique, **l'Indice de Stabilité de la Matière Organique** (ISMO – norme XP U 44-162, Décembre 2009). Cet indicateur a pour objectif d'exprimer a priori dans le produit initial le pourcentage de matière organique potentiellement résistante à la dégradation. Ainsi, plus la valeur d'ISMO est élevée, plus le potentiel amendant organique du produit est élevé.

De bonnes bases

Établi sur la base d'études de minéralisation de longues durées, il estime mieux les phénomènes intervenant sur le long terme. Par ailleurs établi sur un grand nombre et des types différents de produits, sa robustesse est améliorée par rapport aux indicateurs ISB et Tr.

Fig 1. Database (83 EOM) distribution

Boues de STEP - 13%
Composts - 25%
Déchets animaux (fumiers/lisiers...) 27%
Autres produits - 5%
Engrais organiques - 8%
Mulchs - 5%
Matières végétales 17%

Source : Lashermes et al, 2007

Les études réalisées lors de l'élaboration de cet indice ont montré une bonne prédiction du carbone non minéralisé.

Au laboratoire

Le principe de la méthode d'analyse est une **caractérisation de la matière organique** par solubilisations successives. L'objectif de l'analyse est, dans un premier temps, de fractionner le produit organique en différentes composantes biochimiques telle que : la fraction soluble, la fraction hémicellulose, la fraction cellulose (calculée) et la fraction lignine et cutine.

L'analyse est effectuée sur un échantillon préalablement séché à 38°C et broyé à 1 mm.(cf : la détermination des fractions biochimiques en schéma)

Les fractions organiques ainsi déterminées sont alors utilisées pour calculer un indicateur qui détermine a priori, dans le produit initial, la proportion de matière organique potentiellement résistante à la minéralisation. La proportion de **chaque fraction dans le produit permet donc de juger de la stabilité du produit**.Les fractions ainsi caractérisées permettent d'obtenir, par différences, les termes de l'équation utilisée pour calculer l'indice.

Un petit plus par rapport à l'ISB/Tr :

ISMO intègre, en plus des fractions biochimiques mesurées, le carbone minéralisé à 3 jours (selon XP U 44-163) : cet indice résulte donc à la fois d'un dosage purement « chimique » et d'une mesure « biologique » (mesure du dégagement de CO_2 libéré par le produit), ce qui permet de confronter la composition de la matière organique de l'amendement avec l'allure de sa dégradation.

À noter : cette méthode n'est applicable qu'aux amendements organiques et supports de culture ayant au moins 20% de MO sur MS.

Limites de l'ISMO

Comme pour toute détermination analytique, le résultat de l'ISMO est soumis à une incertitude. Dans l'état actuel des connaissances, des différences d'au moins +/- 5 sur la valeur de l'ISMO en absolu semblent correspondre à la variabilité analytique normale. A cela, viennent s'ajouter les variabilités liées à l'échantillonnage.

Certains produits (1 à 5% selon les sources) peuvent présenter des résultats aberrants du fractionnement biochimique (fraction significativement négative) :

– Produits contenant des soies de porcs
– Certains produits d'origine viticole (marcs)
– Grains de maïs frais
– Quelques composts de MIATE, végétaux broyés, composts de DV + biodéchets
– + autres à déterminer

Dans ce cas, le calcul de l'ISMO doit alors se faire à partir d'autres approches (cinétique de minéralisation au laboratoire par exemple).

Comparaison à l'ISB

Par rapport à son prédécesseur, l'ISB, le calcul de l'ISMO a tendance à fournir des valeurs plus élevées pour un même produit.

En réalité l'ISB et l'ISMO ne reposent pas sur les mêmes hypothèses d'évolution des matières organiques dans le sol. Dans le cadre de l'ISB, la matière organique stabilisée présente un taux de minéralisation inférieur ou égale à 1% / an, tandis que pour l'ISMO, un coefficient de stabilité de 2% par an a été retenue. Ceci peut expliquer les écarts observés. Les modèles de prédictions de l'évolution de la matière organique dans les sols à appliquer ne sont donc pas les mêmes, selon que l'on utilise l'ISB ou l'ISMO (II).



> suite de l'article «ISMO GOOD»

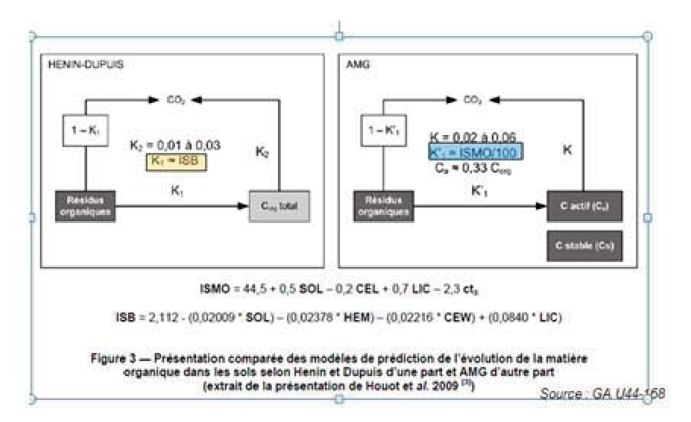


Figure 3 — Présentation comparée des modèles de prédiction de l'évolution de la matière organique dans les sols selon Henin et Dupuis d'une part et AMG d'autre part (extrait de la présentation de Houot et al. 2009 [3])

Source : GA U44-168

L'utilisation de l'ISMO en pratique

L'ISMO, comme les résultats de cinétiques, permet d'estimer des potentiels obtenus en laboratoire dans des conditions optimales.

Au champ, l'expression de ces potentiels sera modulée par différents facteurs :

– Caractéristiques physico-chimiques et biologiques du sol (% d'argile, pH, ...)
– Climat
– Pratiques culturales
– Sol nu / cultivé
– Caractéristiques physiques du produit (granulométrie, présentation)

Par conséquent, la transposition des potentiels au champ ne peut pas être directe. Par contre, les classements des produits les uns par rapport aux autres restent pertinents.

Quand demander la détermination de l'ISMO ?

La mesure de l'ISMO est intéressante pour caractériser un produit organique : la valeur obtenue permet de classer le produit dans une catégorie, et ainsi d'en revendiquer ses propriétés (effet amendant ou au contraire rôle d'activateur biologique).
L'ISMO, au même titre que la cinétique de minéralisation du carbone et de l'azote, est un élément de marquage obligatoire pour les composts de MIATE. Il figure aussi dans la norme NF U44-051, comme marquage facultatif (mais même pour ces produits, l'analyse est obligatoire à la création).

I- Le coefficient isohumique K1 est défini par HENIN et TURC (INRA) en 1957 comme l'expression de la quantité d'humus formé en fonction de la quantité de matière sèche du produit organique apporté au sol. Déterminé expérimentalement par comparatif de bilans humiques d'un sol (parcelles ou pots) avec ou sans produits organiques sur une période minimum de 3 ans, cette valeur du K1 dépend donc étroitement de la nature du sol et de son potentiel biogéologique d'humification.
II -Le modèle Hénin-Dupuis s'utilise avec l'indice ISB ou K1 du produit organique, couplé au coefficient K2. Le nouveau modèle AMG a été développé afin d'intégrer l'ISMO dans les prédictions d'évolution de la MO des sols. Dans ce modèle, le coefficient de minéralisation de la matière organique du sol considéré n'est plus le K2, mais un nouveau coefficient k' exprimant le taux d'incorporation de la MO exogène à la MO du sol (le stock de carbone organique est considéré en distinguant deux compartiments, un actif et un stable).

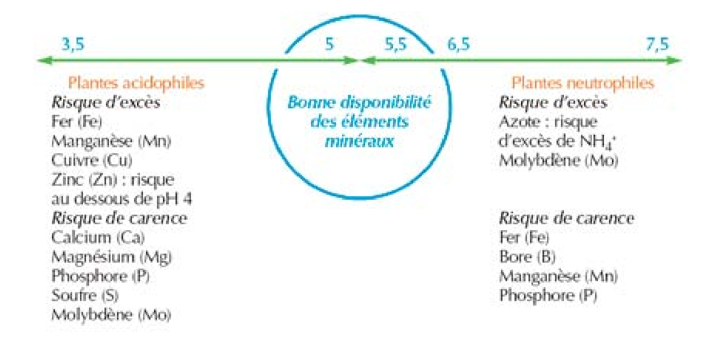


SUBSTRATS SOUS CONTRÔLE

Publié le 7 juin 2012

Les plantes ont des besoins spécifiques pour leur développement. De plus, chacune d'elles a une tolérance plus ou moins grande à l'acidité et la salinité. Pour ajuster l'apport d'engrais aux besoins des plantes, chaque producteur doit contrôler le pH et la conductivité de son substrat en pépinière hors-sol.

pH et assimilabilité des éléments



On distingue deux catégories de plantes :

> Les plantes acidophiles ou plantes dites de terre de bruyère qui exigent un milieu au pH < à 5.5 et dépourvu de calcaire total.
Exemple : camélias, rhododendrons, hortensias,…

> Les plantes neutrophiles qui peuvent supporter une large gamme de pH (par convention entre 6 et 6.5)
Exemple : géraniums, surfinias, chrysanthèmes…

Signification de la conductivité

La conductivité permet de mesurer la concentration en ions de la phase liquide d'un substrat.
En se solubilisant, les engrais apportés au substrat s'ionisent, et augmentent ainsi sa conductivité.
L'unité de mesure de la conductivité est le mS/cm (milli-Siemens par centimètre).

Pour les fabricants et les laboratoires, une seule méthode

Comme il est difficile de mesurer directement le pH et la conductivité d'un substrat, les chimistes et les agronomes ont décidé d'augmenter le volume d'eau du substrat pour en faire un milieu liquide qui permette une mesure plus aisée de ces deux paramètres.
Les fabricants et les laboratoires doivent respecter des procédures normalisées pour caractériser les supports de culture. En France, jusqu'en février 2000, la méthode française en vigueur (NF U 44-172) pour mesurer le pH et la conductivité consistait à ajouter un volume et demi d'eau à un volume de substrat préalablement amené à pF1 (capacité maximale de rétention en eau du substrat).

Dans le cadre d'une nouvelle normalisation européenne des supports de culture, de nouvelles normes analytiques ont été établies en 2000. La détermination de la conductivité (NF EN 13038) et du pH (NF EN 13037) est maintenant réalisée à partir d'un extrait aqueux dilué 5 fois. Par ailleurs, il n'est pas nécessaire de modifier au préalable l'humidité du substrat.
Le référentiel de valeurs que les professionnels avaient l'habitude d'utiliser a donc été modifié.
Pour la plupart des supports de culture, le pH mesuré selon la méthode européenne est plus élevé de quelques décimales par rapport au pH mesuré selon la méthode française.
La conductivité selon la méthode européenne est plus faible (divisée par 2 à 2,9).

Les méthodes utilisées avant février 2000 permettaient de bien comparer les terreaux entre eux, car la mesure se faisait à humidité constante, alors que la méthode européenne se fait à humidité variable (l'humidité du produit peut varier au cours de l'année, lors de la fabrication du substrat et selon le moment où est réalisé le prélèvement).



Quelque soit la méthode utilisée, le plus important est de pouvoir donner une signification à ces valeurs, en sachant que les mesures de pH et de conductivité réalisées sur des extraits aqueux de substrat donnent une image déformée des conditions du milieu.
En ajoutant de l'eau à un substrat, on dilue sa phase liquide et on diminue donc la concentration en ions H3O+ et en ions nutritifs issus des engrais. Les mesures de pH et de conductivité de cette « suspension » de substrat, appelée aussi « extrait », sont donc différentes de celles qui pourraient être réalisées directement dans la phase liquide : le pH est plus élevé et la conductivité est plus faible.

Au-delà de ces deux mesures de base de suivi de la production, le laboratoire LCA est en mesure de réaliser toutes les déterminations exigées par la réglementation sur les supports de culture (analyses physico-chimiques, éléments traces métalliques, microbiologie).

N'hésitez pas à nous contacter.



Le poinçonneur des substrats

Publié le 15 mars 2012


Serre de cyclamens à Sainte-Gemmes-sur-Loire (Maine-et-Loire).
© Pascal Xicluna / Ministère de l'Agriculture et de la Pêche

Devant l'abondance de l'offre de substrats, le producteur hors-sol est le plus souvent désarmé pour réaliser son choix. Les critères subjectifs et éco

nomiques sont souvent de mise. Il n'existe généralement pas de mauvais substrat. Il est plus fréquent de rencontrer de mauvaises utilisations.

Approche globale

Le choix d'un substrat nécessite de prendre au préalable en compte les exigences des cultures, les contraintes d'irrigation, de fertilisation et de technicité de l'entreprise. En fonction de ces renseignements, il sera possible de réaliser une sélection basée sur les caractéristiques propres des substrats.

Parmi celles-ci, les caractéristiques physiques tiennent une place particulière. Le substrat est le lieu de développement du système racinaire. Il est primordial que les conditions nécessaires à son bon fonctionnement métabolique soient réunies. Ainsi, l'aptitude au renouvellement du milieu en oxygène, sa capacité à assurer une alimentation hydrique (et la conséquence sur le pilotage de l'irrigation) sont autant de facteurs qu'il importe de connaître au mieux.

Malheureusement les utilisateurs s'attachent le plus souvent à la seule fertilisation de leurs supports de culture en oubliant de s'intéresser à leurs caractéristiques physiques. Elles peuvent être obtenues auprès du fournisseur (Norme AFNOR / Etiquetage). Vous pouvez également les obtenir en faisant analyser le produit au Laboratoire.

Analyses physiques au laboratoire

Le passage en revue des déterminations réalisées au LCA est l'occasion de traiter quelques cas de figure et leurs conséquences possibles sur la conduite des cultures.

> Analyse de la porosité : Elle correspond à la mesure des vides d'un substrat. La porosité est occupée par deux fluides : l'air (essentiel à la respiration racinaire) et l'eau (qui assure la fourniture pour l'alimentation hydrique). A un litre de substrat correspond une porosité en volume. L'ordre de grandeur de cette porosité est de 80 à 95 % pour les substrats horticoles. Du fait des possibilités de tassement des substrats, on parle de porosité « apparente », qui est proche de la porosité réelle.

> La densité apparente sèche : Elle correspond à la masse de l'unité de volume à l'état sec (poids d'un litre de substrat sec). Elle varie habituellement entre 0.008 et 0.4 kg/L. Plus la densité apparente sèche est faible, plus la porosité est forte (plus le substrat contient des vides susceptibles de contenir de l'eau et/ou de l'air), et inversement. Afin de privilégier le volume de substrat exploré par les racines de la plante, on a tout intérêt à travailler avec un terreau léger (faible densité apparente = porosité élevée). Pour les plantes sensibles à l'asphyxie, comme le Poinsettia par exemple, on privilégiera un substrat bien aéré permettant un bon renouvellement de la phase gazeuse. Mais attention : il faut alors pouvoir bien maîtriser l'irrigation !

> L'eau et l'air retenus à pF1.0 : Les plantes ont la faculté d'extraire l'eau présente dans le support de culture grâce à leurs racines. Toutefois, moins il y a d'eau dans le support, plus la force de succion exercée par les racines doit être importante et plus l'eau est difficile à extraire pour la plante. Les laboratoires savent reproduire ce phénomène de succion. C'est la notion de potentiel hydrique (pF : potentiel of Free energy). La mesure de l'humidité à pF1, correspond à la capacité en bac qui équivaut environ à la capacité maximale de rétention en eau par le substrat. Il est nécessaire de mettre en rapport cette capacité de rétention en eau avec le contenant : c'est une mesure moyenne. En effet, dans un pot, un substrat est toujours plus humide en bas du pot qu'en haut.

Un autre problème se pose alors : à la capacité en bac, quelle place reste-t-il pour l'air dans la porosité totale du substrat ? Au maximum d'eau retenue par un substrat correspond un minimum d'air : en reste-t-il assez pour assurer une respiration racinaire optimale ? A pF1, le maximum acceptable pour un substrat est une humidité de 80 à 85 %. Cela correspond alors au seuil minimum acceptable de capacité en air qui est de 15 à 20 %. Généralement, on considère qu'un substrat aéré présente une capacité en air à pF1 supérieure à 15 à 20 %. La difficulté consiste à trouver le bon équilibre air/eau connaissant la sensibilité plus ou moins marquée de la plante à l'asphyxie racinaire. Dans le cadre de la culture de plantes sensibles ou de production de jeunes plants, des substrats à teneur en air à pF1 élevée sont souhaitables.

> La disponibilité en eau : Une capacité en bac élevée est intéressante, mais encore faut-il que l'eau retenue soit disponible pour les racines. Plus les fibres du terreau sont fines, plus l'eau est retenue. Comme il a déjà été précisé auparavant, moins il y a d'eau dans un substrat, plus les racines extraient l'eau difficilement et plus la succion qu'elles doivent exercer est forte. Si la mesure de l'humidité à pF1 correspond environ à la capacité en bac, la mesure de l'humidité à pF2 permet de doser la quantité d'eau présente non accessible aux racines. Elle correspond à la force maximale de succion pouvant être exercée par les racines.

La disponibilité en eau correspond alors en la différence DE = humidité à pF1 – humidité à pF2 (en mL/L ou en % volumique).

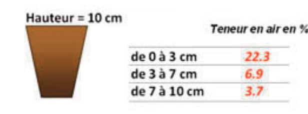
Les paramètres physiques mesurables en laboratoire servent non seulement à caractériser le terreau mais peuvent aussi être d'une aide précieuse pour gérer l'irrigation ou pour comprendre le comportement du terreau au cours de la culture.

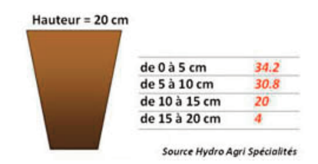
Conduire des cultures, c'est maîtriser des paramètres importants tels que la qualité des jeunes plants, la fertilisation, la protection phytosanitaire, le climat. Mais, pour le chef de culture, c'est aussi et peut-être avant tout, la gestion de l'eau et de l'air, elle-même fortement influencée par les propriétés physiques du support… Dans cet article, nous détaillons ce dernier point pour comprendre l'importance d'une analyse physique de substrat.

Le choix du pot dépend du terreau

La conduite de l'irrigation doit impérativement tenir compte du binôme pot / terreau propre à la production. En effet, plus le contenant est petit, plus il faut un terreau fin, et plus le risque de manque d'air est élevé. Paradoxalement, les contenants de faible hauteur ne sont donc pas exempts de risque d'asphyxie. Aussi, est-il plus facile de travailler avec des pots plus hauts afin d'améliorer la gestion de l'air dans les pots.

TENEUR EN AIR ET HAUTEUR DE POT







> Suite article «Le poinçonneur des substrats»


Culture de Poinsettia sous serre

A l'opposé, l'utilisation d'un terreau plus grossier rend la gestion de l'air plus facile mais diminue d'autant la réserve en eau.

Irrigation : volume et fréquence dépendent du terreau

Le type de culture a aussi son importance. Pour le Poinsettia par exemple, végétal sensible à l'asphyxie, le choix d'un substrat à porosité et à teneur en air à pF 1 élevées s'impose. La disponibilité en eau sera alors faible. D'où la nécessité de pratiquer des irrigations moins importantes en volume, mais à fréquence plus élevée, pour assurer une nutrition hydrique optimale de la plante.

Le calcul de la dose d'arrosage des pots peut se faire à partir des résultats de capacité de rétention en eau à pF 1 et 1.7. L'humidité à pF 1.7 est l'humidité qui sert au déclenchement de l'irrigation, sous peine de réduire la croissance, sans pour autant arriver au point de flétrissement.
La capacité de rétention en eau à pF 1 est la limite maximum d'arrosage.

Il n'est pas toujours possible d'obtenir une grande précision dans ces mesures. Mais les ordres de grandeurs ainsi déterminés sont très utiles au pilotage de l'irrigation.
Ainsi, comme dans l'exemple ci-contre, on peut calculer la disponibilité en eau par pot en multipliant la disponibilité en eau du substrat par le volume du pot en litres.

En pépinière, on peut considérer que la dose d'arrosage pour assurer une nutrition hydrique exempte de stress se situe au tiers de la disponibilité en eau du substrat. Dans notre exemple, elle serait de 79 ml/litre de substrat.

En irrigation par aspersion, les pertes en eau sont importantes. On parle souvent de coefficient de captage, traduisant le pourcentage de l'aspersion effectivement captée par les plantes. Il varie de 40 à 80 % de l'eau apportée par aspersion en fonction de la densité et du végétal : certains ont un feuillage adapté pour capter l'eau et la diriger vers le tronc (comme une gouttière), alors que d'autres l'écartent (à l'image d'un parapluie).

Exemple :
Pour un substrat dont les caractéristiques seraient les suivantes :
- Humidité à pF 1 = 66,9 %
- Humidité à pF 1,7 = 43,2 %
La disponibilité en eau serait de (66,9 – 43,2) = 23,7 % ou 237 ml d'eau par litre de substrat.
Le volume minimal à apporter pour évitement du stress hydrique est de 237 / 3 = 79 ml d'eau par litre de substrat.

Evolution des substrats en cours de culture

Nous avons pu voir que l'analyse physique permet de caractériser un support de culture notamment avant utilisation. Elle permet aussi de cerner le comportement et l'évolution du substrat en cours de culture.
Les substrats organiques sont des milieux vivants susceptibles d'évoluer dans le temps en fonction des saisons, des modes d'irrigation et de la colonisation racinaire.
Ainsi, un producteur effectuant une analyse physique en cours ou en fin de culture pourra vérifier si les caractéristiques du substrat ont évolué ou pas. Une diminution de la teneur en air à pF 1, une teneur en eau à pF 2 qui augmente, une disponibilité en eau qui diminue sont autant d'indicateurs d'une dégradation du substrat (production de fine notamment avec les tourbes). Il convient alors de corriger les doses d'arrosage, au risque de voir le rapport Air/Eau du substrat à pF 1 baisser et de s'exposer à une asphyxie plus ou moins marquée des racines de la plante. Dans le cadre de cultures devant séjourner longtemps dans le même pot, comme les pieds mère de Géranium par exemple, ce suivi est particulièrement utile.

Un terreau peut posséder de très bonnes qualités chimiques mais donner des résultats décevants en culture :
- s'il n'est pas suffisamment aéré,
- ou si la conduite de l'irrigation n'est pas en adéquation avec sa disponibilité en eau.
En effet, l'assimilation des éléments minéraux est sous la dépendance du bon fonctionnement des racines, qui ont besoin de conditions favorables à leur respiration et hydratation.
L'analyse physique du substrat, réalisable au laboratoire LCA (accrédité par le COFRAC pour cette mesure), est donc un complément quasiment indispensable de l'appréciation de sa composition chimique. Elle permet au producteur d'avoir une bonne connaissance de ses propriétés physiques (aération notamment), sur lesquelles il est difficile d'intervenir en culture, et donc de mettre en adéquation les exigences de ses plantes et le comportement de son substrat. Elle est aussi une aide précieuse en termes de critère de choix du produit, notamment en rapport avec les contraintes d'irrigation de l'exploitation. Enfin, elle est un outil de contrôle fiable de l'évolution du support de culture : elle permettra le cas échéant d'adapter l'irrigation en conséquence afin d'éviter des phénomènes d'asphyxie racinaire.



EDILABO ou la pêche au SANDRE

Publié le 9 décembre 2010

EDILABO est une démarche conduite en France par le SANDRE* pour l'échange de données informatisées dans le domaine de l'eau et de l'assainissement entre le commanditaire de l'analyse et son laboratoire.

Le Sandre a défini un format d'échange de données (se reposant sur le format .xml) et assure la mise à jour de référentiels de données permettant ainsi de dématérialiser les échanges entre le commanditaire et ses prestataires (laboratoires, préleveurs) :

- génération d'une commande dématérialisée pouvant être traitée par un préleveur et/ou un laboratoire
- obtention en retour d'un fichier de résultats normalisé EDILABO.

Le fichier de résultats est directement intégrable dans tous les logiciels de gestion de station d'épuration et de plans d'épandage compatibles EDILABO, évitant ainsi la saisie fastidieuse des données analytiques, et assurant également l'intégrité des informations (références de parcelles, références d'affaires, références de station, …) fournies lors de la commande.

Tous les laboratoires agréés par le ministère chargé de l'environnement doivent être en mesure de traiter une demande EDILABO. C'est une exigence de l'arrêté ministériel du 29 novembre 2006 portant modalités d'agrément des laboratoires effectuant des analyses dans le domaine de l'eau et des milieux aquatiques au titre du code de l'environnement.

Si la plupart d'entre eux sont en mesure de traiter de façon manuelle une commande d'analyse **d'eau au format Sandre (EDILABO), peu nombreux sont ceux qui sont en mesure de traiter en routine des commandes d'analyses de boues, de produits organiques, d'eaux et de sols via ce format d'échange.**

Le laboratoire LCA a décidé en 2009 de faire de ce format d'échange son standard de dématérialisation des commandes et de fourniture de fichiers de résultats.

Aujourd'hui, nous traitons ces commandes en routine, qu'elles soient émises du logiciel d'un client ayant un module de commande EDILABO, ou bien issues de notre portail de commandes dématérialisées gracieusement mis à disposition de nos clients IZILAB®.

En retour, nous pouvons restituer :
- le fichier de résultats au format EDILABO (conforme au Sandre)
- tout autre format de fichier (txt, csv, …)
- le rapport au format pdf

Le portail Web IZILAB® offre bien d'autres fonctionnalités comme :
- La planification de vos commandes d'analyse par site (station, platefome, …)
- La gestion des droits d'accès pour les différents collaborateurs
- Le suivi de l'état d'avancement des commandes et des analyses
- L'édition des fiches de renseignement
- Les alertes SMS ou Email des résultats hors limites
- Gestion des historiques des commandes et des analyses
- Importation de données client





Évolution de la réglementation ICPE

Publié le 27 janvier 2011

La filière de la méthanisation, notamment dans le secteur agricole, est en pleine expansion en France. Comme toutes les activités susceptibles de causer des nuisances à l'environnement, ces installations sont soumises à la réglementation ICPE : Installation Classée pour la Protection de l'Environnement.

Un nouveau décret

Jusqu'en 2009, les installations de méthanisation relevaient de plusieurs rubriques, 2170/167c/322B3/2730, en fonction de l'origine des déchets traités.
Un décret du 29 octobre 2009 (n°2009-1341) a permis de simplifier et de clarifier la réglementation applicable à ces installations. En effet une nouvelle rubrique, 2781, spécifique aux installations de méthanisation de déchets non dangereux ou de matière brute, est désormais mentionnée. Toutefois, il est important de préciser que les installations de méthanisation d'eaux usées et de boues d'épuration urbaines, lorsqu'elles sont méthanisées sur leur site de production, ne relèvent pas de cette rubrique.

Cette nouvelle nomenclature définit les régimes réglementaires applicables, en fonction de l'origine et de la quantité des effluents traités :
Extrait du décret du 29 octobre 2009 (n°2009-1341).

n°rubrique	Désignation de la rubrique	A,D,S,C(1)	Rayon (2)
2781	Installations de méthanisation de déchets non dangereux ou matière végétale brute à l'exclusion des installations de stations d'épuration urbaines		
	1. Méthanisation de matière végétales brute, effluents d'élevage, matières stercoraires, déchets végétaux d'industries agroalimentaires :		
	a) la quantité de matières traitées étant supérieure ou égale à 30t/j	A	2
	b) la quantité de matières traitées étant inférieure à 30t/j	DC	
	2. Méthanisation d'autres déchets non dangereux	A	2

(1) A : autorisation, D : déclaration, S :servitude d'utilité publique, C :soumis au contrôle périodique prévu par l'article L 512-11 du code de l'environnement.
(2) Rayon d'affichage en kilomètres.



Les prescriptions techniques relatives à l'exploitation de ces installations ont été définies selon les régimes dans les arrêtés ministériels :

· du 10 novembre 2009 pour les installations soumises à déclaration
· du 12 août 2010 pour les installations soumises à enregistrement
· du 10 novembre 2009 pour les installations soumises à autorisation

Devenir des digestats

La valorisation des déchets issus de la méthanisation (digestats) est également réglementée. Le digestat, épandu en l'état, conserve un statut de déchet. Il est donc soumis à un plan d'épandage, avec caractérisation du produit à épandre, du sol récepteur et de la quantité épandue. Les valeurs seuils réglementaires (arrêté préfectoraux, règlement sanitaire départemental, …) doivent être respectées. La responsabilité du producteur de déchet reste engagée sur les incidences éventuelles de l'épandage.
La reconnaissance d'un statut de produit permet de réduire les contraintes d'utilisation de ces matières. Elle suppose de satisfaire les critères d'efficacité et d'innocuité des amendements organiques. A l'heure actuelle un traitement ultérieur du digestat (de type compostage) est requis. Ceci pourrait être amené à évoluer. Les professionnels de la filière travaillent à un projet de normalisation des digestats dans le cadre de l'Afnor (Association Française de Normalisation).

Cette évolution relativement récente du contexte réglementaire devrait structurer le développement de la filière.



Boue taboue

Publié le 29 mars 2012

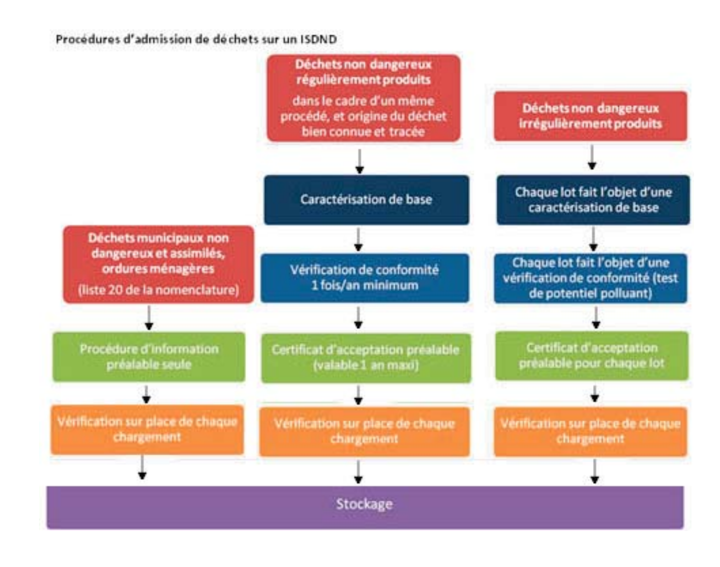
Pour être valorisées en agriculture, les boues d'épuration doivent respecter les valeurs limites imposées par l'arrêté ministériel du 8 janvier 1998 lorsqu'elles proviennent de stations urbaines, par l'arrêté ministériel du 2 février 1998 lorsqu'elles sont issues de stations industrielles ou par l'arrêté sectoriel du 3 avril 2000 lorsqu'il s'agit de boues de l'industrie papetière. Quel devenir pour les boues dépassant ces valeurs seuils ?

Teneurs limites en vigueur pour les boues urbaines, industrielles ou papetières valorisées en agriculture

Éléments-traces métalliques	Valeur limite dans les boues (mg/kg MS)
Cadmium	10 *(1)*
Chrome	1 000
Cuivre	1 000
Mercure	10
Nickel	200
Plomb	800
Zinc	3 000
Chrome + cuivre + nickel + zinc	4 000

Composés-traces organiques	Valeur limite dans les boues (mg/kg MS) (3)	
	Cas général	Epandage sur pâturages
Total des 7 principaux PCB *(2)*	0,8	0,8
Fluoranthène	5	4
Benzo(b)fluoranthène	2,5	2,5
Benzo(a)pyrène	2	1,5

(1) Depuis le 1er janvier 2004
(2) PCB 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180.
(3) Arrêté du 3 juin 1998



La solution ISDND

En France, hormis l'incinération et les traitements thermiques par voie humide (système OVH), les boues et autres déchets organiques non valorisables en agriculture sont susceptibles d'être orientés vers des installations de stockage de déchets (alternative moins coûteuse que les 2 options précédentes). Tout comme les déchets de bois non valorisables, les boues d'épuration urbaines sont potentiellement acceptables dans les installations de stockage de déchets non dangereux (ISDND). Certaines boues industrielles sont également acceptables dans ces installations. Toutefois, l'acceptation en ISDND n'est pas systématique. Des critères stricts d'admission doivent être respectés.

Règles d'admission des déchets en ISDND

Les ISDND sont des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) soumises à autorisation, quel que soit leur volume d'activité. Un arrêté préfectoral spécifique d'autorisation d'exploiter leur a donc été délivré. Cet arrêté est établi à partir des préconisations de l'arrêté ministériel du 9 septembre 1997 et de celles issues de l'étude d'impact qui figure dans le dossier de demande d'autorisation. Cette dernière précise, notamment, la nature et l'origine des déchets qui seront potentiellement admis. L'annexe II de l'arrêté ministériel liste les déchets qui ne peuvent pas être admis.
Concernant les boues, il est utile de préciser que si elles présentent un taux de matière sèche inférieur à 30% (taux d'humidité supérieur à 70%), elles ne seront pas admises en l'état. Une dessiccation complémentaire sera nécessaire.
L'arrêté d'autorisation d'exploiter de l'ISDND indique donc précisément les déchets qui pourront effectivement être stockés dans l'installation. Il établit également les règles d'exploitation du site et celles liées à l'admission des déchets.

<u>Pour être admis dans une installation de stockage, les déchets doivent également satisfaire :</u>

> à la procédure d'information préalable (déchets municipaux non dangereux et assimilés) ou à la procédure d'acceptation préalable (autres déchets non dangereux),
> au contrôle à l'arrivée sur le site (systématique).

Quid des boues

Les boues d'épuration urbaines non valorisables en agriculture, ainsi que les boues industrielles ne contenant pas de substances dangereuses sont des déchets DITS non dangereux appartenant à la liste 19.08 de la nomenclature des déchets.
A ce titre, les boues peuvent être admises en ISDND si :
> elles satisfont à la caractérisation de base, et respectent notamment les points suivants :
- plus de 30 % de matière sèche
- somme des PCB inférieure à 50 mg/kg sec
> elles satisfont à la vérification de conformité (test de potentiel polluant)

Ainsi, les boues produites régulièrement dans le cadre d'un même procédé de traitement et dont la traçabilité est pleinement assurée, font l'objet uniquement d'une vérification de conformité annuelle. A l'inverse, les déchets qui ne font pas partie d'un flux bien caractérisé et identifié, feront l'objet d'une caractérisation de base et d'une vérification pour chaque lot. Les flux issus d'installations de regroupement, de mélange de déchets, issus de centres de transfert ou les déchets collectés en mélange se trouvent dans ce cas.

La caractérisation de base est la première étape de la procédure d'admission en Installation de Stockage des Déchets Non Dangereux (ISDND). Elle consiste à caractériser globalement le déchet en rassemblant toutes les informations destinées à montrer qu'il remplit les critères correspondant à la mise en décharge pour déchets non dangereux.

<u>Base de la caractérisation du déchet</u>

Dans la plupart des cas, les informations à fournir sur le déchet sont les suivantes :
• source et origine,
• informations concernant le processus de production du déchet (pour les boues, description et caractéristiques des traitements des eaux et des boues)
• données concernant sa composition et son comportement à la lixiviation, le cas échéant ;
• apparence (odeur, couleur, apparence physique) ;



> suite de l'article «Boue taboue»

• code, en lien avec la nomenclature des déchets (décret du 18 avril 2002). Voici quelques exemples :
o boues urbaines : 19 08 05
o boues biologiques industrielles sans substances dangereuses : 19 08 12
o boues industrielles issues d'autres traitements sans substances dangereuses : 19 08 14.
o composts déclassés : 19 05 03
o fraction non compostée des déchets municipaux et assimilés (refus de compostage) : 19 05 01

• au besoin, précautions supplémentaires à prendre au niveau de l'installation de stockage.

En complément de ces informations, un test de potentiel polluant comportant le plus souvent les paramètres suivants est demandé par les exploitants d'ISDND.

Paramètres intrinsèques	**Paramètres sur éluat obtenu après lixiviation selon NF EN 12457-2 (rapport L/S = 10)**
Matière sèche, carbone organique total, PCB, HAP (16), BTEX (solvants aromatiques), hydrocarbures totaux.	Métaux : Antimoine (Sb), Arsenic (As), Baryum (Ba), Chrome (Cr), Cuivre (Cu), Mercure (Hg), Molybdène (Mo), Nickel (Ni), Plomb (Pb), Sélénium (Se) , Zinc (Zn). Fluorures Indice phénol COT Fraction soluble

Au LCA, tous ces paramètres sont rassemblés au sein d'un menu analytique : BO_DECH1. Certains exploitants ajoutent des déterminations complémentaires à ces paramètres de base.

La vérification de conformité

La fréquence de la vérification de la conformité ainsi que les paramètres pertinents qui y seront recherchés sont déterminés par l'exploitant du site de stockage sur la base des résultats de la caractérisation de base. Le plus souvent, au moins l'ensemble des paramètres sur éluat est reconduit, ainsi que la matière sèche. Au LCA, ces paramètres sont rassemblés dans un menu analytique : BO_DECH4. Il arrive que le carbone organique total fasse également partie des paramètres retenus pour les contrôles de conformités, notamment pour les boues.

Rappel : la vérification de la conformité est à réaliser au plus tard un an après la caractérisation de base et à renouveler au moins une fois par an.

Valeurs seuils réglementaires pour l'admission en ISDND

Le 19 décembre 2002, le conseil européen a publié une décision (décision 2003/33/CE) établissant des critères et des procédures d'admission des déchets dans les décharges dans l'Union Européenne. Pour le moment, cette décision n'a pas fait l'objet d'une retranscription dans la réglementation française en ce qui concerne ces valeurs limites d'admission pour les ISDND. En l'attente de cette transposition, ce sont les valeurs seuils fixées dans les arrêtés préfectoraux de chaque site qui font référence. Ces valeurs limites sont généralement fournies par les exploitants de site sur simple demande.
Le texte européen sert toutefois de base de travail pour de nombreux exploitants en France.

Valeurs limites de la décision 2003/33/CE pour la mise en décharge dans l'UE

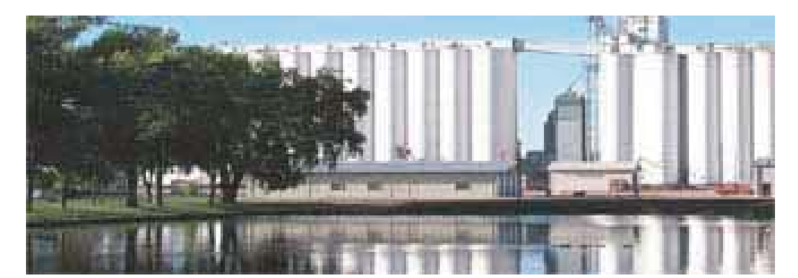
PARAMÈTRES INTRINSÈQUES		**Unités**	**Valeurs limites 2003/33/CE**
Siccité (matière sèche)		%	>30
Carbone organique	COT	mg/kg sec	50 000
pH		unité pH	≥ 6
ANALYSES SUR ÉLUAT (Rapport L/S = 10 selon NF EN 12457-2)			
Arsenic	As	mg/kg sec	2
Baryum	Ba	mg/kg sec	100
Cadmium	Cd	mg/kg sec	1
Chrome total	Cr	mg/kg sec	10
Cuivre	Cu	mg/kg sec	50
Mercure	Hg	mg/kg sec	0,2
Molybdène	Mo	mg/kg sec	10
Nickel	Ni	mg/kg sec	10
Plomb	Pb	mg/kg sec	10
Antimoine	Sb	mg/kg sec	0,7
Sélénium	Se	mg/kg sec	0,5
Zinc	Zn	mg/kg sec	50
Chlorure	Cl^-	mg/kg sec	15 000
Fluorure	F^-	mg/kg sec	150
Sulfate	SO_4^{--}	mg/kg sec	20 000
Carbone organique	COT	mg/kg sec	800
Fraction soluble	FS	mg/kg sec	60 000

La satisfaction au test de potentiel polluant est souvent l'étape clé pour l'admission du déchet en ISDND. Les boues peuvent être refusées du fait de résultats non-conformes, notamment au niveau de certains paramètres intrinsèques comme le carbone organique (COT). Toutefois, la décision européenne précise que « si cette valeur est dépassée, une valeur limite plus élevée peut être admise par l'autorité compétente à condition que la valeur limite de 800 mg/kg soit respectée pour le COT sur éluat, à la propre valeur de pH du matériau ou pour un pH compris entre 7,5 et 8 ».
D'autres dérogations sont possibles, notamment lorsque la fraction soluble dépasse la valeur limite. Toutes ces dérogations sont indiquées dans l'arrêté préfectoral du site.
Si malgré ces dérogations, les valeurs limites sont dépassées, la boue devra faire l'objet d'un traitement complémentaire pour être admise dans l'ISDND.



[RSDE] Plateformes de compostage : profitez de notre expérience

Publié le 21 octobre 2010



Toutes les plateformes de compostage soumises à autorisation ayant un rejet aqueux direct ou indirect dans le milieu naturel sont concernées par la seconde phase du programme national d'action contre la pollution des milieux aquatiques par certaines substances dangereuses (RSDE : Rejets de Substances Dangereuses dans l'Eau). Si vous êtes dans ce cas, vous devrez choisir un prestataire apte à répondre aux prescriptions imposées par la DREAL et l'Agence de l'Eau dont vous dépendez : accréditations, agréments, performances et expérience.
Accrédité COFRAC sur les eaux résiduaires (programme 100-1) depuis plus de 5 ans, LCA a développé au niveau national un ensemble de services opérationnels dédiés aux contrôles des eaux dans le milieu industriel, depuis le prélèvement, en passant par l'analyse, le conseil, et ce, jusqu'à l'assistance technique.

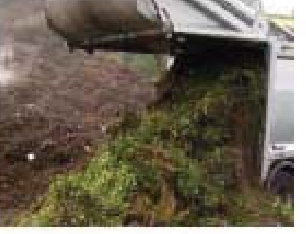
Aujourd'hui, cette activité est devenue un axe majeur de développement du laboratoire :
- **Expérience :** réalisation de plus de 400 bilans de pollution en milieu industriel l'an dernier, 20 dossiers RSDE actuellement en cours.
- **Forte connaissance** du compostage et des process associés.
- **Compétences reconnue de nos chimistes** : LCA accrédité Cofrac sur les eaux usées, agrée par le MEEDDM, référencé par l'INERIS.
- **Accompagnement** de votre dossier tout au long de la campagne par des ingénieurs spécialisés en environnement et traitement des eaux expérimentés.
- **Rédaction** de la synthèse de campagne initiale.
- **Proximité** de nos agences et de notre réseau de prélèvement.

LCA mobilise tout son savoir faire pour proposer une solution complète vous permettant de vous reposer sur un prestataire expérimenté pour mener à bien ces nouveaux contrôles réglementaires. A votre écoute nous sommes également là pour vous conseiller.

ô rage, eaux compostage

Publié le 21 octobre 2011





De 0 à 400 litres par tonne traitée… Ce sont les volumes des rejets (1) liquides liés au stockage ou au compostage sur plate-forme de traitement biologique des déchets (ADEME, 2005 (2)). Ces quantités varient d'un site à l'autre, suivant les matières traitées, le type de procédé (aération forcée positive, négative ou par retournement), la présence ou non d'un bâtiment. « Ces rejets liquides comprennent les jus ou lixiviats s'écoulant du produit par exfiltration, les eaux provenant du ruissellement sur la surface du produit, celles issues des surfaces annexes (plate-forme, voirie, toitures) plus ou moins souillées, les condensats dans le cas des bâtiments fermés ou en aération forcée négative, les eaux de lavage » (source : ADEME, 2005). La composition des rejets est forcément très dépendante de l'ensemble de ces paramètres.
Les volumes de rejets, plus ou moins chargés, peuvent représenter des quantités annuelles importantes. L'existence de « pics » liés aux conditions météorologiques rend parfois difficile la gestion de ces rejets.

L'eau et le compost

Le compostage est un procédé biologique thermophile dont l'efficacité est fortement dépendante de la présence d'eau. Une trop faible humidité entraîne un ralentissement de la fermentation et de la maturation du compost. A l'inverse, un excès d'eau entraîne des risques d'anaérobiose, sources de mauvaises odeurs et de blocage dans les étapes biologiques de production d'un compost de qualité. Ainsi, une même unité de compostage peut-elle se retrouver alternativement en période d'excès d'eau ou en période de déficit.
La plupart des unités de compostage sont équipées de bassins de rétention leur permettant de faire face aux périodes de déficit hydrique (arrosage des andains) et aux périodes d'excédents.
En cas d'excédents, ces jus doivent être évacués.

Que faire des rejets liquides

Les principaux modes d'évacuation sont tous encadrés par des textes réglementaires imposant des contrôles de conformité :
> **Le rejet en réseau collectif d'assainissement** (autorisation/convention de rejet, réglementation ICPE)
> **Le dépotage en station d'épuration** (réglementation ICPE/convention de dépotage)
> **L'épandage** (conformité à la réglementation épandage)
> **Le traitement sur site avant rejet dans le milieu naturel** (conformité des rejets des ICPE).

Pour les plateformes soumises à autorisation, l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter basé sur les préconisations de l'arrêté ministériel du 22 avril 2008 encadre la gestion de l'évacuation des jus de la plateforme, que ce soit par épandage, rejet en milieu naturel ou en réseau collectif d'assainissement.

Pour les unités soumises à déclaration, l'arrêté ministériel du 12 juillet 2011 a fait évoluer les anciennes préconisations de l'arrêté précédent (7 janvier 2002).

RSDE

Certaines plateformes soumises à autorisation d'exploiter et ayant un rejet direct ou indirect vers le milieu récepteur sont susceptibles de faire l'objet d'un arrêté préfectoral portant sur des prescriptions complémentaires sur les rejets de substances dangereuses dans le milieu aquatique (RSDE).

> Une documentation complète est disponible auprès de notre service communication

(1) En fait, ces jus n'ont rien de commun avec des « thés de compost », qui seraient obtenus par un procédé s'apparentant à une infusion de compost mûr dans de l'eau.
(2) ADEME, 2005. Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets – Bilan des connaissances. Collection Données et Références, 331 pages.



Rob'eaux scope

Publié le 17 février 2011

Dans le cadre dans la surveillance des eaux usées urbaines et industrielles, l'utilisation d'un préleveur automatique doit se faire selon les recommandations du guide pour l'échantillonnage des eaux résiduaires édité par l'AFNOR (ISO 5667-10). Un fascicule de documentation (FD T90-523) portant sur la réalisation de prélèvements pour le suivi de la qualité des eaux dans l'environnement a été publié en 2008, et sa partie 2 est également consacrée aux eaux résiduaires. Ces deux référentiels constituent les cahiers des charges qu'il convient d'appliquer pour la réalisation de tout prélèvement d'eau usée.



Pourquoi un préleveur automatique ?

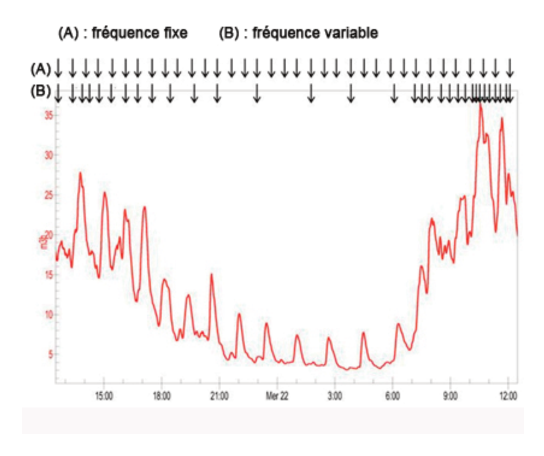
Les différents programmes réglementaires de surveillance de la qualité des eaux usées urbaines et industrielles sont basés sur la réalisation d'analyses. S'il importe que ces analyses soient réalisées dans des laboratoires compétents (accréditations COFRAC, agréments, …), il est essentiel que les échantillons analysés soient représentatifs des flux réellement émis. Une industrie aura différents process de production tout au long d'une journée d'activité. La qualité de ses effluents variera donc en fonction des process successifs.

De même, une station d'épuration recevra des eaux usées dont la composition variera au cours de la journée, notamment en fonction de l'usage de l'eau qui sera fait par les habitants. Dans ces deux contextes, réaliser un prélèvement ponctuel de l'eau limite fortement la pertinence des résultats que l'on obtiendra à l'analyse.

Les préleveurs automatiques ont été conçus pour pallier cette difficulté. Ils sont capables de réaliser des prélèvements sur de longues périodes de temps (24 heures en général). Ces matériels peuvent être portables ou à poste fixe. Pour des raisons de coûts, l'installation d'un automate à « poste fixe » est souvent privilégiée par l'exploitant lorsqu'une fréquence de contrôle journalière ou hebdomadaire est exigée. Dans le cadre de fréquences moindres, il préfèrera mandater un prestataire équipé de préleveurs automatiques « portables » pour réaliser ces contrôles.

Prélèvement asservi au temps ou au débit ?

Les préleveurs automatiques réalisent des prélèvements unitaires de quelques dizaines de millilitres pour constituer un échantillon global. La fréquence de prélèvement unitaire peut être fixe (70 ml toutes les 10 minutes par exemple) ou bien variable grâce à un asservissement au débit (70 ml tous les 0,5 m3 par exemple).
Un prélèvement à fréquence fixe consiste en la collecte d'une prise d'échantillon indépendamment du flux.



Le type d'asservissement - au temps ou au débit - influe sur la représentativité de l'échantillon, surtout lorsque le débit du rejet varie sur la durée totale du prélèvement. Dans ce cas de figure, le prélèvement à fréquence fixe donne un « poids » trop important à la période de faible flux par rapport à son « poids » réel dans le flux journalier. Par contre, dans le cadre du prélèvement à fréquence variable (asservissement au débit), le « poids » de la période à faible flux est représentatif du flux journalier.

Choix du matériel

Les fournisseurs proposent des modèles et des techniques de fonctionnement différents. On retiendra principalement :
- la présence d'une enceinte isotherme ou réfrigérée (groupe froid autonome),
- un système de prélèvement par pompe péristaltique ou pompe à vide,
- la réception de l'échantillon dans un seul ou plusieurs flacons
- la possibilité de gérer la fréquence d'échantillonnage avec principalement deux modes de réglage :
  - o à fréquence fixe (asservissement au temps)
  - o à fréquence variable en connectant l'automate à un système de mesure de débit (asservissement au débit)

Contrôle des automates

Il est important de souligner que les équipements de prélèvement à poste fixe installés en entrée et/ou en sortie de station d'épuration (urbaine ou industrielle), doivent le plus souvent faire l'objet d'une vérification annuelle par un organisme extérieur reconnu compétent. Ces contrôles sont exigés notamment dans le cadre des programmes de suivi des agences de l'eau mais aussi par l'inspection des installations classées. LCA assure ces contrôles (agréé par l'Agence de l'Eau Adour Garonne).

Le service prélèvement du LCA est équipé d'un parc de 14 préleveurs automatiques dont 7 réfrigérés et 7 isothermes. Nous disposons également de 7 débitmètres et du matériel connexe nécessaire à l'asservissement de ces appareils. Ce service intervient sur le territoire national pour le compte de clients du secteur privé et du secteur public du LCA, dans le cadre de missions ponctuelles ou planifiées sur les stations d'épurations industrielles ou urbaines, sur les réseaux collectifs ou privatifs.



LCA, partenaire impliqué dans la méthanisation

Publié le 22 juin 2012

Depuis 2008, le LCA s'investit dans les analyses en lien direct avec la méthanisation et la valorisation du digestat. Référent depuis de nombreuses années sur la thématique des produits organiques et de leur devenir, il répond ainsi aux besoins des gestionnaires d'installations de méthanisation en proposant une gamme d'analyses et d'expertises adaptées à leurs attentes. Dans cette filière actuellement en plein essor, mais souvent en quête de références, il n'était pas simple d'identifier les prestations attendues par les gestionnaires, et les écueils techniques à résoudre pour le laboratoire…. De nombreux échanges avec les constructeurs, gestionnaires d'installations, instituts de recherche, bureaux d'études et institutionnels ont abouti à définir une offre analytique adaptée aux problématiques spécifiques de cette filière. La mise en œuvre de celle-ci s'est concrétisée, début 2012, par des investissements en matériel de laboratoire (lyophilisateur, congélateur de grande capacité), et un partenariat avec l'ITE de Narbonne. Cet article présente un premier tour d'horizon de cette nouvelle gamme d'analyses proposées par LCA. Il sera suivi prochainement d'autres sujets traitant du même thème.

Naturellement complexe

Encouragée par les politiques publiques, la méthanisation présente un double intérêt : permettre une dégradation rapide de la matière organique de déchets fermentescibles, tout en assurant une production conséquente d'une énergie renouvelable valorisable sous différentes formes, le biogaz. En France, cette technologie est largement répandue dans le secteur industriel, pour le traitement des effluents, depuis près de 30 ans. La valorisation des déchets fermentescibles par méthanisation est plus récente. En plein développement et nécessitant des installations de type industriel, cette pratique exige un pilotage fin dans lequel l'analyse est souvent l'une des clés de la réussite. Pourtant la méthanisation, ou digestion anaérobie, est un processus naturel ! Mais il met en œuvre un écosystème microbien complexe, et donc sensible. Or la performance du digesteur dépend de la stabilité de cet écosystème. L'intérêt énergétique, l'équilibre trophique et la régularité de composition du mélange entrant sont donc de mise. L'utilisation de matières entrantes hétérogènes et de composition variable va a priori à l'encontre de ce principe. Le seul moyen de s'en affranchir est de bien caractériser au préalable la qualité des déchets entrant dans l'unité de méthanisation. L'analyse fréquente des matières entrantes et le suivi analytique de la digestion prennent alors tout leur sens..

Des analyses oui, mais pas n'importe comment !

L'analyse chimique des matières entrantes les plus intéressantes pour la filière méthanisation pose des problèmes importants pour un laboratoire classique d'analyse de déchets organiques, notamment dans le cas de matières riches en corps gras et en sucres :

> ils ne peuvent pas être déshydratés en étuve à 105 °C comme des boues ou des composts. Très concrètement, de nombreux produits gras se transforment en huile après leur passage à l'étuve puis restent à l'état liquide et ne se déshydratent pas. De leur côté, les produits sucrés se transforment en caramel au broyage…

> leur teneur élevée en carbone limite les performances de la minéralisation à l'eau régale, étape indispensable avant le dosage des éléments majeurs (P, K, Ca, Mg, S, Na) et des métaux.

> la relation entre la teneur en carbone et la perte au feu de la matière sèche n'a rien à voir avec celle observée sur les autres produits organiques (composts, boues) ; le carbone organique doit donc être impérativement mesuré et non pas estimé à partir d'un rapport statistique.

> le dosage de l'azote Kjeldahl doit être réalisé sur le produit frais mais ces déchets présentent souvent une forte hétérogénéité de composition. Le résultat de cette analyse peut donc poser des problèmes de variabilité et de représentativité.



La méthode Dumas par combustion sèche, réalisée sur produit déshydraté et broyé, lui est préférée.

> le dosage des sucres totaux doit se faire selon la méthode à l'Anthrone, permettant un dosage des oses, diosides, polysaccharides (dont l'amidon et les dextrines), glucose, fructose, saccharose, … et ne pas se limiter au dosage des sucres réducteurs.

> le dosage des protéines doit utiliser une méthode telle que Lowry, permettant de quantifier les liaisons peptidiques. Une estimation par calcul à partir de la teneur en azote total n'est pas suffisante.

L'utilisation de méthodes adaptées et la prise en compte par le laboratoire des particularités des matières entrantes de digesteurs, notamment lorsqu'il s'agit de déchets gras ou sucrés ou très hétérogènes, sont des pré-requis pour obtenir de résultats d'analyses réellement utilisables par l'exploitant.

Pour s'affranchir en partie des contraintes de ces produits organiques bien particuliers, il est nécessaire de procéder à un traitement préliminaire des échantillons par lyophilisation suivie d'un broyage. Cette technique, qui consiste à surgeler l'échantillon puis à le réchauffer rapidement sous vide, induit une sublimation de l'eau contenue dans l'échantillon. Cette préparation est la plus efficace pour déshydrater et homogénéiser les déchets quelque soient leur composition. Il est donc fondamental que le laboratoire qui procède aux analyses soit en mesure de réaliser cette préparation.

Gamme analytique complète dédiée à la méthanisation

En plus des moyens de lyophilisation mis en place au sein du laboratoire LCA, une adaptation de notre méthode de minéralisation des produits organiques a été développée afin d'obtenir une bonne qualité d'extraction sur ces matrices complexes. Au LCA, les échantillons « méthanisation » sont inscrits dans un circuit analytique dédié. Ils sont clairement identifiés et font l'objet d'un traitement spécifique. Les résultats sont édités sur un rapport d'analyse lui aussi spécifique, dont une version « pdf » est immédiatement mise en ligne et consultable par le demandeur.

In fine, LCA propose désormais à ses clients exploitant une unité de méthanisation une gamme complète de prestations s'articulant autour de trois catégories :

- Caractérisation des matières entrantes
- Suivi des digesteurs (analyses des inhibiteurs et des nutriments)
- Caractérisation des digestats (aptitude à l'épandage et au compostage)

Agréé par le Ministère chargé de l'environnement, LCA peut également assurer d'autres prestations qui découlent de l'activité de méthanisation :

- Conformité à la réglementation ICPE (analyses de rejets, des eaux pluviales, des eaux souterraines)
- Analyses de sols dans le cadre de plans d'épandages

> Une documentation complète est disponible auprès de notre service communication



ROSEAUSPHERE

Publié le 3 mai 2012

L'épuration des eaux usées urbaines par Filtres Plantés de Roseaux (FPR) est devenue ces dernières années une technique très répandue pour les petites et moyennes collectivités.
Ainsi, ce système « rustique » se retrouve sur de nombreux ouvrages collectifs dont la capacité de traitement va de 100 à 1500 eq.hab[i] (voir plus sur certaines stations).
Il existe de nombreuses variantes dans l'utilisation des FPR, comme la combinaison avec d'autres types de traitement (lagunage par exemple) ou le sens de filtration (vertical ou horizontal). La filière la plus couramment utilisée, et dont nous allons développer le principe, est la filtration verticale sur lits plantés de roseaux en double étage.



Principe de fonctionnement des FPR

Les filtres plantés de roseaux appartiennent à la catégorie des traitements par « culture fixée sur supports fins ».
Les bactéries fixées sur le support assurent la dégradation de la matière organique et la rétention des Matières En Suspension, et cela en milieu aérobie (ventilation par drains).

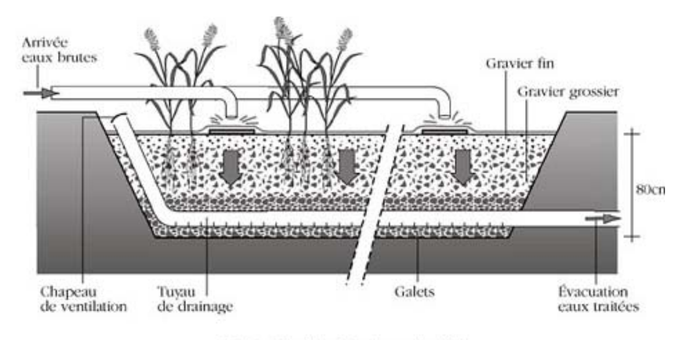


Schéma d'un filtre à écoulement vertical
(Source : Groupe de travail « Macrophytes et Traitement des eaux », 2005)

Le rôle des roseaux (Phragmites Australis) en surface des filtres est avant tout un rôle « mécanique ». Grâce à leurs racines tubulaires et aux nouvelles tiges qui poussent à travers les boues accumulées, les roseaux permettent de limiter le colmatage dû à l'accumulation des boues en surface du filtre. On parle alors de l'implantation d'une « rhizosphère ».

Filière de traitement et dimensionnement

Le schéma suivant illustre la filière de traitement d'un double étage de filtres à flux vertical.

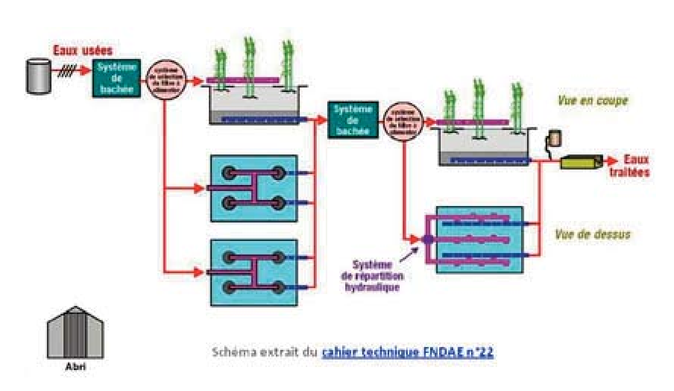


Schéma extrait du cahier technique FNDAE n°22

Plusieurs cahiers techniques de dimensionnement et de préconisation ont notamment été réalisés par l'IRSTEA (anciennement Cemagref) et sont consultables sur internet.

De manière générale on retiendra les éléments suivants :
- base de dimensionnement : 2 m2/hab avec 1,2 m2 /hab sur le premier étage et 0,8 m2 sur le deuxième étage de filtration.
- respect des consignes sur le type et la granulométrie des supports : gravier en 1er étage puis sable en 2ème étage.
- débit d'alimentation minimum des filtres par bâchée : maintenir un minimum de 0,5 m3/m2/h, afin de permettre une meilleure répartition des effluents.

Entretien et exploitation

Cette filière de traitement ne nécessite pas de moyens techniques importants. La gestion des boues produites est facilitée (une seule extraction sur plusieurs années en fonction de la charge). La qualité attendue des rejets sur ce type de filière est de l'ordre de :

- DCO < 90 mg/l
- DBO5 < 25 mg/l
- MES < 30 mg/l
- NTK < 20 mg/l

Il n'en demeure pas moins qu'un suivi et un entretien régulier sont nécessaires au bon fonctionnement des filtres.
On citera notamment l'entretien du dégrilleur en entrée de station, le désherbage manuel pour privilégier la pousse des roseaux si nécessaire, le suivi des bâchées et la rotation d'alimentation des filtres…

Un suivi régulier de la qualité des boues accumulées est également utile (métaux notamment) afin de s'assurer à terme de leur compatibilité avec la réglementation relative à l'épandage agricole.

[i] 1 eq.hab : pollution théorique émise par un habitant par jour soit 150 litres ; 80 g MES ; 60 g DBO5; 15 g Azote et 4 g Phosphore



De l'Eau dans le Vin

Publié le 8 septembre 2011



La vinification est une opération très consommatrice d'eau. Sur l'ensemble du process, les caves ou les chais génèrent donc des volumes importants d'effluents, souvent équivalents au volume de vin produit.

La valorisation des effluents vinicoles par épandage est le moyen de traitement le plus répandu en France, adopté par de nombreux viticulteurs. Simple à mettre en œuvre, peu coûteuse, cette pratique est encadrée par plusieurs textes réglementaires.

Déchet, oui mais …

Les effluents vinicoles sont issus du nettoyage des cuves de vinification dans les caves ou les chais. Assimilés aux Déchets Industriels Banals (DIB) - rattachés aux codes déchet 02 07 01, 02 07 02 ou 02 07 05 - ce sont des effluents liquides chargés en matières organiques. Leur traitement par épandage agricole repose notamment sur la capacité épuratoire du système « sol - micro organismes – plantes », qui assure la filtration des MES, la fixation puis la minéralisation des matières organiques et l'utilisation par les plantes des éléments minéraux libérés. Rappelons que réglementairement, un déchet n'est valorisable en agriculture que si son aptitude à l'épandage est démontrée (concentrations en métaux et en certains composés organiques inférieures aux valeurs seuils réglementaires), mais surtout s'il présente un intérêt agronomique. Or, concernant les effluents vinicoles, on a coutume d'affirmer qu'ils ne présentent pas ou peu d'intérêt agronomique. Est-ce tout à fait vrai ?



Une véritable valeur fertilisante, oui mais…

Certes ces effluents sont sans effet sur la stabilité ou la structure des sols car la matière organique qu'ils apportent est facilement dégradable et elle ne participe pas au processus d'humification dans le sol. Mais leur intérêt nutritif est loin d'être négligeable, notamment par les quantités de potasse et d'azote susceptibles d'être apportées.
Toutefois, les effluents vinicoles se caractérisent par la variabilité de leur composition selon l'époque de l'année et les types de vinification.

Exemple en Bordelais et en Charentes, sur les périodes de plus forte production de ces effluents (vendanges et soutirage) :

Paramètres	Unités	Période de vendanges	Période de soutirage
pH	-	4,1 à 6,2	3,5 à 6,5
Conductivité	µS/cm	1400 à 3000	2500
MES (Matière En Suspension)	mg/l	940	1 250
DBO5 (Demande Biochimique en Oxygène)	mg/l	3 000 à 17 000	2 650
DCO (Demande Chimique en Oxygène)	mg/l	4 500 à 19 000	5 300
Azote total	mg N/l	94 à 140	220
Phosphore en mg/l	mg P_2O_5/l	60 à 120	60
Potassium en mg/l	mg K_2O/l	250 à 480	250

Source : Analyses LCA

Raisonner l'épandage des effluents vinicoles passe par la tenue de plans et de cahiers d'épandage permettant d'ajuster les apports en éléments fertilisants aux besoins des cultures.

Ce sont également les outils qui permettent d'enregistrer les pratiques de fertilisation sur l'exploitation. Leur tenue à jour est obligatoire pour :
> être en conformité avec la réglementation des installations classées,
> demander des aides pour la gestion des effluents vinicoles environnementales.

Raisonner l'épandage des effluents passe également par l'estimation de la capacité d'absorption maximale du sol afin d'éviter tout ruissellement ou percolation trop rapide dans le profil du sol.
La RFU (réserve facilement utile en eau) peut être estimée à partir d'une analyse granulométrique du sol. Exprimée en mm/m de sol, elle permet de calculer le volume maximal d'effluent épandable par ha.

Exemple de raisonnement sur la base de la RFU

RFU (en mm/m de sol)	Profondeur de sol (couche arable)	RFU retenue	Marge de sécurité *	RFU exploitable	Volume maxi par ha
55	35 cm	19 mm	30%	13,5 mm	135 m3/ha

Estimation des quantités d'éléments nutritifs apportés par hectare

Prenons le cas de l'épandage d'effluents vinicoles en période de vendange. Voici un résumé des quantités d'éléments nutritifs (en unités/ha) apportées en fonction des volumes épandus à l'hectare.

Eléments fertilisants	Concentrations effluent (en mg/l)	Doses d'apport (en m3/ha)		
		100	125	150
N	110	11	14	17
P2O5	90	9	11	14
K2O	400	40	50	60

A noter que la potasse présente contenue dans l'effluent est totalement disponible pour l'alimentation des cultures. L'azote se présente majoritairement sous des formes facilement disponibles (azote organique facilement minéralisable). Il conviendra de prendre en compte cet azote dans le raisonnement de la fertilisation des cultures et dans le bilan des apports, notamment si la parcelle d'épandage se situe en zone vulnérable.
Si l'intérêt nutritif des effluents vinicole est donc flagrant, il est nécessaire de s'assurer que leur pH ne soit pas trop acide. Pour un pH inférieur à 5.5, l'étude préalable à l'épandage doit montrer l'aptitude des sols à recevoir des effluents acides. Il est également important de contrôler que l'effluent ne présente pas une conductivité excessive, notamment s'il est destiné à être épandu sur des cultures en place sensibles à la salinité.
L'analyse régulière de la qualité des effluents vinicoles est le meilleur moyen de s'assurer d'une valorisation optimale de la valeur nutritive du déchet en toute conformité avec la réglementation existante.

> Une documentation est disponibler auprès de notre service communication



Les bactéries nous parlent…

Publié le 9 juin 2011

La crise sanitaire qui touche actuellement l'Allemagne soulève un grand nombre de questions sur l'innocuité des denrées alimentaires et, à travers elles, sur les produits organiques utilisés pour les produire.

Même si la bactérie incriminée, Escherichia coli entérohémorragique, est une bactérie rare et ne fait pas partie des bactéries recherchées en routine, nous pouvons constater que les germes d'origines fécales ont de nombreux vecteurs de contaminations comme les produits organiques, l'eau, le végétal lui-même.
La France a heureusement fait le choix, depuis plusieurs années, d'encadrer la qualité sanitaire de certaines matières organiques épandues en agriculture. Selon la nature du produit et son utilisation future, les analyses microbiologiques sont dictées par un cahier des charges qui peut être normatif (NF U 44-095, NF U 44-051…) ou interne, propre au demandeur. Chaque cahier des charges fixe des valeurs limites à ne pas dépasser pour répondre à cette conformité.

L' unité de microbiologie du LCA est accréditée par le Cofrac pour le Programme 108 « Analyses des matières fertilisantes et supports de culture». Nos microbiologistes y effectuent tous les jours les analyses de contrôle réglementaires de boues et de produits organiques normalisés. D'une manière générale, l'analyse comporte la recherche ou le dénombrement de deux catégories de microorganismes :

- les germes indicateurs de traitement,
- les germes pathogènes pour l'Homme.

Ainsi, l'analyse permet de garantir une certaine innocuité du produit pour l'utilisateur, en même temps qu'elle apporte des informations utiles au suivi de process pour le fabricant / producteur.

Germes indicateurs de traitement

Les germes indicateurs de traitement sont des traceurs fécaux. Les trois germes les plus utilisés sont Escherichia coli, Entérocoques et Clostridium perfringens. Ces trois bactéries sont d'origines fécales humaine et/ou animale. Derrière ces noms bien connus des spécialistes se cachent des germes très communs chez l'Homme et l'animal, et le plus souvent inoffensifs, qui se retrouvent naturellement dans les matières organiques comme les fumiers, matières végétales, boues… Certains procédés comme le compostage, le chaulage ou le lagunage, permettent de réduire la contamination microbienne. En effet ces germes sont sensibles à des facteurs environnementaux tels que la température, la dessiccation, les variations de pH…

Ainsi, quand les résultats trouvés sont supérieurs aux valeurs limites du cahier des charges, deux hypothèses sont à envisager :

> soit le process de traitement est défectueux. Dans le cas du compostage, quatre paramètres influencent largement l'efficacité du traitement d'un point de vue microbiologique :
-la montée en température,
-le maintien dans le temps d'une température élevée,
-le retournement (qui va permettre l'aération et l'homogénéisation de la température),
-l'humidité.

> soit la charge microbiologique des entrants est très importante.
Les résultats des analyses peuvent aider à trouver des pistes d'amélioration.



Escherichia coli, Entérocoques et Clostridium perfringens nous parlent…

Escherichia coli et Entérocoques sont des germes aérobies[1][1] pour le premier et aéro-anaérobie[1][2] facultatif pour le deuxième. La présence de ces germes en quantité importante montre que les conditions d'aérobiose (présence d'oxygène) sont bonnes. On peut alors supposer que les retournements ont été efficaces. Il faut donc se pencher sur un problème de montée en température ou de maintien de celle-ci.

Clostridium perfringens est un germe anaérobie strict, c'est-à-dire qu'il est tué en présence d'oxygène. Un résultat d'analyse montrant une non conformité uniquement pour ce germe traduit un manque d'aération de l'échantillon. La cause probable à envisager peut donc être un déficit de retournement de l'andain qui aurait engendré un tassement de celui-ci et créé des conditions d'anaérobiose. Ces conditions sont alors favorables au développement des Clostridium perfringens et inhibent le développement des autres germes.
Quels que soient les germes cités, l'humidité favorisera toujours la croissance bactérienne.
Plus l'échantillon sera sec, plus l'effet de la température sera rapide.

… laissons les s'exprimer

L'interprétation des résultats peut donc être valorisée bien au-delà du simple contrôle de conformité. « La microbiologie s'intéresse à des organismes vivants », c'est pourquoi elle peut être un outil précieux d'amélioration ou de pilotage du process de compostage. Mais la discipline est exigeante et elle nécessite un soin particulier dans le traitement des échantillons, dès l'échantillonnage de ceux-ci sur les lieux du prélèvement. Ainsi, la stérilité du flaconnage ainsi que la durée et la réfrigération du transport à notre laboratoire sont autant de points cruciaux pour la fiabilité de vos résultats. L'interprétation des résultats n'est réalisable que lorsque l'échantillon parvient au laboratoire dans un délai maximal de 48 heures après son prélèvement.

[1] Aérobie : Se dit de micro-organismes qui se multiplient en présence d'oxygène (Dictionnaire Larousse)
[2] Anaérobie : Se dit de micro-organismes qui se développent uniquement en l'absence d'oxygène (Dictionnaire Larousse).



LMR, ARFD, DJA et les autres

Publié le 19 avril 2012

Depuis environs 50 ans, l'agriculture a été bouleversée par l'arrivée des traitements phytosanitaires. Et, conséquence directe, le contenu de notre assiette a changé également.
L'utilisation des engrais a modifié la composition chimique des plantes et leur qualité nutritionnelle, mais c'est la présence de résidus de produits de traitement qui mobilise le plus l'attention des nutritionnistes en se moment.Le vocabulaire de la sécurité alimentaire est riche d'abréviations incompréhensibles. Quelques explications sont nécessaires.

Limite Maximale en Résidus

La Limite Maximale en Résidus (LMR) est la concentration maximale du résidu d'un produit phytosanitaire autorisé dans ou sur des denrées alimentaires, ou des aliments pour animaux.
Elle s'exprime en mg/kg frais et correspond toujours à un couple matière active / aliment. Pour élaborer une LMR, 3 étapes distinctes sont nécessaires :

> **Définir un seuil de Bonnes Pratiques Agricoles «critique»** où le risque résidus est le plus important (dose/ha la plus élevée, délai de traitement avant récolte le plus court). Exemple : il faut 250 g / ha de la molécule X appliquée 3 semaines avant récolte pour être sûr qu'il n'y aura aucun risque jusqu'à la récolte.

> Mettre en place des expérimentations résidus respectant la bonne pratique agricole définie. Exemple : Dans les conditions décrites plus haut (250g/ha, 3 semaines avant la récolte), on mesure un résidu de N mg/kg de la molécule X. N mg/kg devient la LMR provisoire.

> Calculer le risque pour le consommateur : l'AJMT (Apport Journalier Maximum Théorique) est calculé en tenant compte de cette LMR provisoire. Il est défini comme la quantité maximale théorique d'une substance active donnée qu'un individu est susceptible d'ingérer quotidiennement tout au long de sa vie (en µg de substance active/ kg de poids corporel / jour). L'AJMT est une approche maximaliste de l'exposition car elle prend en compte une contamination systématique de l'ensemble des aliments au seuil réglementaire (LMR) (Source : Observatoire des Résidus de Pesticides).

Le calcul de l'AJMT permet de vérifier que le consommateur n'ingère pas une quantité de substance active supérieure à la Dose Journalière Admissible (DJA). Dans ce cas, la LMR provisoire devient la LMR définitive. Dans le cas contraire, on procède à une étude plus réaliste des doses absorbées. Si l'AJMT reste supérieure à la DJA, la commission peut refuser l'homologation de la molécule, ou demander une modification de la Bonne Pratique Agricole critique telle que la baisse des doses ou l'allongement du délai d'emploi avant récolte (DAR).

L'évaluation des risques des LMR revient à l'EFSA (Autorité Européenne pour la Sécurité Alimentaire), qui se prononce pour chaque nouvelle LMR. Désormais, les LMR sont harmonisées au niveau européen (Règlement CE n°396/2005, et actualisations disponibles par le Journal Officiel de l'Union Européenne).

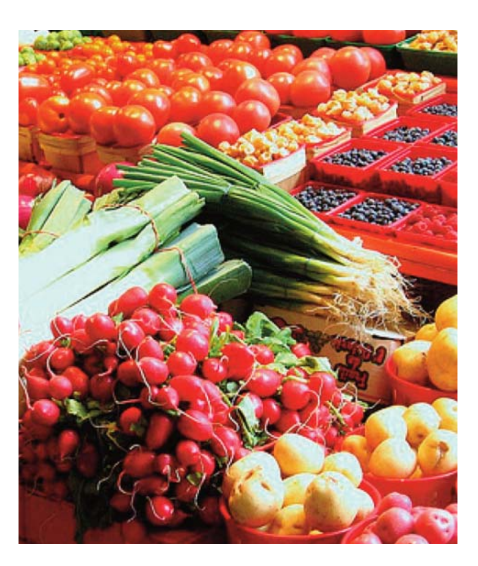
Comment sont fixées la DJA et l'AJMT

La DJA (ou ADI pour les anglais) est calculée à partir d'une dose sans effet observé (DSE) et d'un facteur de sécurité ou facteur d'Incertitude (FS ou FI), suite à une dose identique administrée quotidiennement à un animal cobaye.
Le Facteur de Sécurité tient compte de la variabilité intra et inter-espèce et de la nature des effets de la substance. Ce coefficient de sécurité varie de 100 (un facteur 10 pour le passage de l'animal à l'homme multiplié par un facteur 10 pour tenir compte des écarts de résistance entre individus) à 1000, selon la classification de la substance active.

Les DJA sont fixées soit par la Commission de l'union européenne. On parle de DJA pour les pesticides et de DJT pour les métaux lourds.
L'AJMT est calculé à partir des LMR par culture (en mg/kg) et de la part de la denrée. Suite à une enquête de consommation, on établit un régime alimentaire moyen quotidien du consommateur par exemple : 17 g de pomme + 8 g de carotte + 12 g de pomme de terre + 0,6 g de fraise etc.) ; on multiplie chaque quantité par la LMR établie pour la molécule étudiée et on fait la somme. On aboutit à un certain nombre de mg de substance absorbés- en théorie- par jour que l'on convertit ensuite en mg/kg de poids corporel/jour en divisant par le poids moyen du consommateur, 60 kg par exemple.

Autres niveaux de référence utilisés

> L'Acute Reference Dose (ARfD), ou dose de référence aigüe, désigne la quantité maximale de substance active qui peut être ingérée par le consommateur pendant une courte période (c'est-à-dire au cours d'un repas ou d'un jour, dans la nourriture ou l'eau de boisson), sans effet dangereux pour sa santé. Elle s'exprime en milligrammes de substance active par kilogramme de poids corporel.



Elle est calculée à partir d'une dose sans effet observé (DSE) fixée à partir d'études à court terme sur une espèce animale sensible et représentative, et d'un facteur de sécurité (FS). L' ARfD est fixée par la Commission de l'union européenne.

> AOEL: Acceptable Operator Exposure Level (ou NEAO : Niveau d'Exposition Acceptable pour l'Opérateur). Il désigne la quantité maximale de substance active á laquelle l'opérateur peut être exposé quotidiennement, sans effet dangereux pour sa santé. Il caractérise un indicateur de danger pour l'opérateur et le travailleur agricole. Il est comparé au niveau réel d'exposition qui est la somme de matière active absorbée par l'individu, soit à travers la peau (par contact direct ou à travers le vêtement), soit par inhalation.Il s'exprime en milligrammes de substance active par kilogrammes de poids corporel et par jour.

Les deux principaux indicateurs utilisés dans la profession sont la LMR et l'ARfd. Mais d'autres contaminants peuvent être recherchés : les métaux lourds, les mycotoxines, les résidus de médicaments vétérinaires...

Le laboratoire LCA réalise les analyses de résidus de produits phytosanitaires dans les denrées alimentaires et est accrédité depuis 2006 par le COFRAC sur le programme 99-2 (Analyses de contaminants chimiques chez les animaux, dans leurs produits et les denrées alimentaires destinées à l'homme ou aux animaux : résidus de pesticides). Dans le cadre des analyses qui nous sont confiées, nous sommes en mesure de vous fournir des rapports mentionnant les LMR..



ELISA

Publié le 12 mai 2011

Le Laboratoire LCA dispose d'une unité analytique spécialisée en phytopathologie (virologie, bactériologie, mycologie végétale). Ce service traite plus de 20 000 échantillons pour la recherche de 100 000 pathogènes différents par an (tests ELISA et PCR). Le LCA est accréditée par le Cofrac (programme 163 – Essais et analyses en virologie végétale ; détection des virus, viroïdes et phytoplasmes pathogènes végétaux), et agréée par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche, pour la détection d'organismes nuisibles sur végétaux et produits végétaux.

La pathologie des plantes, ou **phytopathologie**, est aux plantes ce que la médecine est à l'homme et la médecine vétérinaire aux animaux. Elle se définit comme la discipline scientifique qui étudie les micro-organismes pathogènes (champignons, bactéries, virus) et les facteurs environnementaux qui induisent des maladies chez les plantes, mais aussi les mécanismes par lesquels ces différents éléments agissent, ainsi que les méthodes de prévention et de contrôle des maladies.

Cette discipline repose sur un concept central que les anglo-saxons ont appelé "Disease Triangle" (Triangle de la Maladie), dont le postulat est que le développement d'une maladie repose sur l'interaction entre l'agent pathogène incriminé, la plante hôte et les conditions environnementales.

Il nous apparaît aujourd'hui évident que l'absence de contrôle des maladies des plantes peut avoir des effets dramatiques sur la production et/ou la qualité des denrées agricoles, et des conséquences économiques extrêmement néfastes. Ce ne fut pas toujours aussi évident. Et même si la Phytopathologie débute forcément de manière intuitive et empirique dès les origines de l'agriculture, il y a environ 9000 ans, ce n'est qu'à partir du XIXème siècle qu'elle sera officiellement considérée comme une discipline scientifique. Une première prise de conscience de l'importance de cette discipline se fera avec la dramatique famine irlandaise, qui provoqua, entre 1846 et 1851, le décès d'un million de personnes, l'exil d'une partie importante de la population (deux millions de personnes) et une refonte de l'organisation de la propriété foncière. A l'origine de cette terrible situation : le champignon Phytophtora infestans, agent responsable de la maladie du mildiou, qui en 1845 a pratiquement anéanti d'un coup les cultures locales de pomme de terre, nourriture de base des paysans irlandais.

La maîtrise d'une maladie infectieuse nécessite de savoir rapidement et précisément quel est l'agent pathogène impliqué...

Le diagnostic en pathologie végétale, ou phytodiagnostic constitue l'une des activités fondamentales liées au "Disease Triangle" de la pathologie végétale. Il consiste en la détection, l'identification et la caractérisation des agents pathogènes des plantes (virus, bactéries, champignons) et constitue un enjeu important pour la maîtrise et le contrôle des maladies infectieuses des variétés végétales cultivées.

Le phytodiagnostic recouvre en fait deux aspects distincts :
l'identification : dans ce cas, sur la base d'un individu unique ou d'un lot d'individus présentant une symptomatologie précise, l'objectif sera de mettre en évidence et d'identifier l'agent pathogène responsable des symptômes observés ;
la détection : il s'agit alors de rechercher, par l'intermédiaire d'une méthode éprouvée, l'éventuelle présence d'un pathogène précis au sein d'une population d'individus asymptomatiques. C'est le contrôle de l'état sanitaire du matériel végétal, que ce soit en cours ou en phase finale de production.



Qui dit Diagnostic, dit techniques de Diagnostic...

Les techniques mises en œuvre pour le phytodiagnostic sont variées et sont aussi le reflet des évolutions des scientifiques, depuis les méthodes de base :
> Observation et classification des symptômes, reflets de l'expression d'un pouvoir pathogène
> Observation et caractérisation des agents pathogènes par examen visuel (observation visuelle ou microscopique)
> Isolement et culture des agents pathogènes sur milieux artificiels (milieux semi-sélectifs ou sélectifs)

jusqu'aux méthodes les plus sophistiquées issues des biotechnologies :

> Méthodes immunologiques, reposant sur l'interaction anticorps / antigène (test ELISA)
> Biologie moléculaire (amplification génique ou test PCR, microarray - puces à ADN)

Toutefois, et quel que soit le degré de complexité technique, les critères d'évaluation de ces méthodes restent identiques. Les trois principaux critères sont :

> la sensibilité (capacité du test à diagnostiquer positifs tous les échantillons positifs du panel analysé ou vrais positifs) ;
> la spécificité (capacité du test à diagnostiquer négatifs tous les échantillons négatifs du panel analysé ou vrais négatifs);
> le seuil de détection (détectabilité), défini comme étant la quantité (ou concentration) minimale d'analyte que le test permet de détecter.

On adjoindra à ces critères théoriques d'autres critères plus en lien avec la réalisation pratique des tests : robustesse et simplicité de mise en œuvre, possibilité d'utilisation « en routine » (permettant le traitement d'un très grand nombre d'échantillons), possibilité d'automatisation des étapes du test, coût de mise en œuvre des analyses de diagnostic...

Le choix d'une technique de Phytodiagnostic est lié à la finalité du diagnostic réalisé...

Ainsi, dans le cas d'un diagnostic de type "Identification", l'approche utilisée se devra d'être surtout spécifique (elle pourra d'ailleurs résulter de la combinaison de plusieurs méthodes complémentaires). Le nombre d'échantillons concernés par une telle approche étant généralement faible, le coût et le caractère fastidieux des méthodes utilisées ne sera pas forcément un facteur limitant.

A l'inverse, dans le cas d'un diagnostic de type "Détection", la méthode utilisée devra impérativement être sensible, en raison du caractère asymptomatique du matériel analysé. L'analyse portant sur un grand nombre d'échantillons, coût et simplicité de mise en œuvre deviennent des critères très importants.



DES PHYTOVIRUS AU LOUVRE

Publié le 6 octobre 2011


Corbeille de Fleurs, J.Linard (Musée du Louvre, Paris)

Ce tableau du peintre français Jacques Linard (1597 - 1645), intitulé "Corbeille de Fleurs" et visible au Musée du Louvre, a toujours fasciné les virologistes spécialistes du monde végétal. En effet, on distingue nettement dans cette corbeille des tulipes flammées qui présentent un panachage de couleurs particulièrement esthétique. On sait pourtant aujourd'hui que ces panachures (1) sont la conséquence... d'une infection par un Virus appartenant au Groupe des Potyvirus, le TBV ou Tulip Breaking Virus !! Ainsi donc, et ce bien avant que l'on soupçonne leur existence, les micro-organismes sévissaient déjà sur les plantes ornementales... Bien sûr, l'exemple pris dans cette introduction confère un aspect plutôt sympathique et élégant à ce virus et au matériel végétal qu'il infecte, mais c'est bien loin d'être une généralité. Car le plus souvent, les symptômes observés sont dommageables au végétal (nécroses, déformations etc...).

L'horticulture, un potentiel économique (2)

La filière de production et de commercialisation des plantes ornementales constitue aujourd'hui un potentiel économique qui est loin d'être négligeable. La consommation des ménages français génère dans ce domaine un chiffre d'affaire annuel de 2,5 milliards d'euros (soit environ 50 € par personne et par an). Le secteur compte 5500 entreprises de production. Cela ne représente que 2% du nombre total des entreprises agricoles, mais leur production représente 6% de la valeur de livraison des produits végétaux et les emplois induits représentent 14% du nombre de salariés permanents de l'agriculture. Ces entreprises comptent en surface 22 000 hectares (dont plus de 10% d'espaces couverts). Enfin, on ajoutera à ce décompte 26 000 entreprises de négoce et 13450 entreprises de services (entrepreneurs paysagistes, élagueurs etc...).
Traditionnellement, la filière se partage en cinq secteurs d'activité : fleurs et feuillage coupés, plantes en pots, plantes à massif, bulbiculture et pépinière. Mais il est assez fréquent que les structures travaillent simultanément sur plusieurs de ces secteurs.

Les maladies des plantes, une préoccupation constante

Ce qui indéniablement constitue l'attrait et la valeur d'une plante d'ornement, c'est son aspect visuel. Aussi, tout ce qui l'affectera posera problème quant à sa commercialisation.
A ce titre, en raison des symptômes occasionnés et du potentiel de dissémination dans les cultures, les maladies dues à des agents microbiens pathogènes doivent faire l'objet d'une surveillance soutenue.

Les situations rencontrées dans la filière seront variables :

> En fonction des agents pathogènes concernés...

- Les infections virales et bactériennes n'offrent aucune alternative en matière de traitement curatif. Dès lors qu'un tel pathogène s'installe sur un lot de plantes ornementales, celui-ci est condamné.
Aussi, une surveillance des plantes en propagation devra passer par l'utilisation de matériel végétal garanti indemne ou par un contrôle sanitaire effectué à l'aide de méthodes sensibles permettant une détection des pathogènes avant l'apparition des premiers symptômes.

- Les infections par des champignons pathogènes (maladies cryptogamiques) peuvent être contrôlées par des traitements phytosanitaires adaptés (à condition toutefois que la maladie n'ait pas atteint un stade invasif trop important), ce qui offre plus de latitude que dans le cas précédent. Les caractéristiques biologiques propres aux divers pathogènes conditionnent également les stratégies de contrôle : certains champignons, comme dans le cas des Pythiacées (Pythium sp. , Phytophtora sp.), sont capables d'infecter à la fois le végétal et le support sur lequel il se développe (sol, terreau). La surveillance des cultures doit donc parfois s'opérer à deux niveaux.

> En fonction du mode de dissémination...

Le mode de transmission des pathogènes d'une plante à l'autre doit également être pris en compte. Ainsi la bactérie Xanthomonas campestris pv. pelargonii, redoutable agent causal de la Bactériose du Pélargonium, dispose d'un très fort potentiel de dissémination mécanique (travailleurs, outils, nettoyage des plants). Le virus TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus ou Virus des points nécrosés de la tomate), virus ubiquiste infectant de très nombreuses plantes ornementales (3) , est lui transmis d'un végétal à l'autre par un insecte vecteur : le thrips.

> ... Et en fonction des stades de production

Dans le cadre de la production de jeunes plants à partir de pied-mères, il faudra s'assurer que le matériel utilisé pour le bouturage est dans un état sanitaire parfait, plus particulièrement au regard des maladies virales et bactériennes qui sont incurables. Les enjeux sont de taille car ce sont des millions de jeunes plants qui sont ainsi produits tous les ans. Les programmes d'analyses mis en oeuvre doivent couvrir un spectre large des pathogènes potentiels, et utiliser des méthodes sensibles et adaptées au traitement en routine d'un grand nombre d'échantillons.

Pour les lots de végétaux en attente de commercialisation, l'apparition d'un symptôme devra faire l'objet d'une identification d'un éventuel pathogène responsable, et ce afin de mettre rapidement en oeuvre les mesures nécessaires au contrôle de la maladie. Les tests mis en oeuvre doivent être rapides, fiables et spécifiques.

Phyto-Diagnostic au LCA : une offre diversifiée et complète

Depuis maintenant une quinzaine d'années, le Laboratoire LCA propose aux acteurs de la filière horticole une offre diversifiée couvrant l'essentiel des besoins de la profession en matière de Phyto-Diagnostic.

- Analyses en prestations de service

Recherche de pathogènes (virus, bactéries et champignons) et confirmation de symptômes. Contrôle de l'état sanitaire des pieds-mères, des jeunes plants et cuttings. Contrôle des supports de culture (sols, terreaux).Méthodes : tests ELISA et PCR, isolement sur milieu de culture.

- Pour les entreprises équipées d'un laboratoireGamme BIOTEST :
fourniture de réactifs et consommables pour le test ELISA (virus et bactéries). Catalogue disponible sur simple demande.

- Kits de détection pour le terrain Gamme POCKET DIAGNOSTIC : tests rapides (réponse en moins de 5 minutes) utilisables sur le terrain (en serre ou au champ) pour la détection des principaux agents pathogènes des cultures ornementales (virus, bactéries, champignons)

(1) Les panachures florales sont des symptômes caractéristiques des infections virales qui affectent les pétales ou les sépales. Elles résultent de l'absence de pigments anthocyaniques vacuolaires créant des zones décolorées où le virus se multiplie.
(2) Les données citées dans ce paragraphe sont extraites de "Perspectives Economiques des Secteurs de l'Horticulture" - Rapport du Conseil Economique et Social, présenté par Michèle Viguier (Mai 2006)
(3) Anémone, bégonia, chrysanthème, cinéraire, cyclamen, dalhia, géranium, gerbera, impatiens, pétunia, violette, yucca... Pour n'en citer que quelques-unes !!



LE MICROBE N'EST RIEN. LE TERRAIN EST TOUT (Louis Pasteur)

Publié le 22 octobre 2010



Le service de microbiologie du laboratoire LCA est accrédité par le Cofrac (COmité FRançais d'ACcréditation) depuis 2008. A ce jour, seulement 2 laboratoires en France sont accrédités sur ce programme et le LCA est le seul laboratoire privé en France accrédité pour la microbiologie des matières fertilisantes et supports de cultures.
L'accréditation atteste de la compétence du personnel et de la maîtrise des différentes normes permettant de réaliser les analyses microbiologiques.

Dans le cadre de notre accréditation, nous sommes tenus de traiter vos échantillons de matières fertilisantes et supports de cultures avec toutes les exigences qu'impose une analyse microbiologique. En effet, la stérilité du flaconnage ainsi que la durée et la réfrigération du transport à notre laboratoire sont autant de points cruciaux pour la fiabilité de vos résultats trop souvent négligés par certains laboratoires..

Le choix d'un laboratoire accrédité pour vos analyses vous assure des résultats fiables, traités avec impartialité par du personnel dont la formation et le maintien des acquis est contrôlée tous les ans lors des différents audits Cofrac.
La participation de Eric Ory, responsable de ce service, à un groupe d'experts à l'Afnor permet d'anticiper les éventuelles évolutions normatives et contribue à faire évoluer cette activité en travaillant par exemple sur de nouvelles méthodes plus adaptées à vos matrices.



Retrouvez à tout moment les articles des AgroReporter sur notre Blog
http://agro-reporter.blogspot.fr/

Besoin d'une aide Technique ?
Pensez à consulter notre portail agronomique WIKILCA
http://wiki.laboratoirelca.com



Vous souhaitez recevoir la newsletter ?
Envoyer nous un mail à : contact@laboratoirelca.com

L'AgroReporter est une lettre d'information éditée par le Laboratoire LCA
Contacter l'équipe de rédaction :
Mail : celine.souil@laboratoirelca.com
Nous écrire :
Laboratoire LCA
Agroreporter
1 rue Samuel Champlain
ZI Chef de Baie
17074 La Rochelle cedex 09



